



UNIVERSITÉ DE NANTES

Unité de Formation et de Recherche de Médecine et des Techniques Médicales

Année Universitaire 2018/2019

Mémoire

pour l'obtention du

Certificat de Capacité en Orthophonie

**L'enfant de maternelle à risque de
dyscalculie : élaboration d'un document de
prévention à destination des enseignants**

présenté par *Mikaëlle FRESNEAU*

Née le 22/08/1979

Présidente du Jury : Madame Bodin Nathalie – orthophoniste, chargée de cours

Directrice du Mémoire : Madame Toullec-Thery Marie – MCF CREN Université de Nantes et ESPE

Co-directrice : Madame Lebayle-Bourhis Annaïck - orthophoniste, chargée de cours

Membre du jury : Madame Pasquier Anne – orthophoniste, chargée de cours

REMERCIEMENTS

En tout premier, ma reconnaissance s'adresse à mes directrices de mémoire, Marie Toullec-Thery et Annaïck Lebayle-Bourhis, pour leurs encouragements et leurs remarques pertinentes.

Je remercie Nathalie Bodin et Anne Pasquier pour le temps consacré à la lecture de ce mémoire.

Je tiens à remercier les enseignants qui ont échangé avec moi et ont accepté de participer au questionnaire de satisfaction : leurs retours ont été extrêmement utiles et ont donné sens à mon projet.

Merci à Laëtitia, pour avoir partagé avec moi son travail avec un enthousiasme communicatif et pour m'avoir encouragée à le poursuivre.

Un immense merci à Lucile, amie talentueuse, pour ses conseils de graphiste quant à la réalisation du site.

Un merci particulier à Armelle, mon double, ma rime, ma jumelle, ma sœur d'études, qui m'a soutenue tout au long de ces cinq années d'études ; à sa devise « haut les cœurs ! » qui retentissait pour m'insuffler du courage.

A mes parents, partis trop tôt pour que je puisse partager avec vous ce travail. Vous m'avez transmis la force d'aller de l'avant.

A toi Henri, pour ta patience, pour ton expertise numérique, pour ton soutien, pour ta gestion du quotidien qui m'a permis de me consacrer à ce projet professionnel.

A Malo, Ombeline, Léandre, pour s'être adaptés aux aléas du quotidien avec une maman étudiante.

ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

« Par délibération de Conseil en date du 7 Mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation. »

Engagement de non-plagiat

Je, soussignée Mikaëlle Fresneau déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes ses formes de support, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Fait à : Rennes

Le 02/05/2019

Signature :

Table des matières

REMERCIEMENTS

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION **1**

CADRE THÉORIQUE **3**

1 Les connaissances actuelles sur l'acquisition des mathématiques **3**

1.1 Un modèle théorique : le Triple Code 3

1.2 L'utilisation des doigts : un outil intermédiaire 4

1.3 Les repères développementaux chez l'enfant 5

1.3.1 Des capacités de base : la connaissance des quantités 5

1.3.2 L'apprentissage du nombre : la comptine numérique 7

1.3.3 L'apprentissage du nombre : dénombrement et premières opérations 7

1.3.4 L'apprentissage du nombre : le code arabe 9

2 La dyscalculie, un trouble méconnu **9**

2.1 Définition 9

2.2 Dyscalculies et troubles associés 11

3 Le monde enseignant et l'orthophonie **13**

3.1 Les résultats en mathématiques des élèves : un constat inquiétant 13

3.2 Les difficultés à enseigner les mathématiques 13

3.3 Une formation initiale lacunaire 14

4 L'école et l'orthophonie : prévention et collaboration **16**

4.1 L'intérêt d'un partenariat 16

4.2 Du côté de l'orthophonie 16

4.3 Du côté des enseignants 17

4.4 La nécessité de la prévention 18

4.4.1 Le rapport Flajolet 18

4.4.2 La prévention : une spécificité de l'orthophonie 19

VERS LA CONSTRUCTION D'UN OUTIL – HYPOTHÈSES DE TRAVAIL **22**

1 Problématique et hypothèses **22**

1.1 Problématique 22

1.2	<i>Hypothèses</i>	22
2	Analyse de la première hypothèse : des documents de prévention sur la dyscalculie insatisfaisants	23
2.1	<i>Étude des documents d'information sur la dyscalculie : Landais (2016)</i>	23
2.2	<i>La revue de littérature : Barazer (2018)</i>	24
2.3	<i>Des documents d'information inadaptés ou incomplets</i>	25
2.3.1	Le vocabulaire utilisé	25
2.3.2	Des informations trop succinctes	26
2.4	<i>Validation de l'hypothèse 1</i>	27
3	Analyse de la seconde hypothèse : le projet de création d'un document numérique	28
3.1	<i>Proposition aux enseignants spécialisés de la création d'un site internet</i>	28
3.1.1	Partage et diffusion des connaissances : la présentation théorique	28
3.1.2	Des demandes concernant les difficultés mathématiques	29
3.2	<i>Déterminer le contenu du document d'information</i>	30
3.2.1	Choix du titre et des rubriques	30
3.2.2	Organisation des rubriques	30
3.3	<i>Choix du support : un document d'information numérique</i>	33
3.3.1	Objectifs du document d'information	33
3.3.2	Présentation et rédaction du document d'information numérique	34
3.4	<i>Validation de l'hypothèse 2</i>	34
4	Analyse de la troisième hypothèse	35
4.1	<i>Une démarche de collaboration avec des enseignants</i>	35
4.2	<i>Recueil des attentes des enseignants</i>	36
4.2.1	Collaboration avec des enseignants spécialisés	36
4.2.2	Première présentation du document numérique	36
4.2.3	Modifications effectuées	37
4.3	<i>Mise à l'épreuve du document numérique avec le questionnaire d'appréciation</i>	37
4.3.1	Organisation du questionnaire d'appréciation	38
4.3.2	Analyse des résultats	39
4.3.3	Modifications du site internet selon l'analyse du questionnaire	42
4.4	<i>Diffusion</i>	42
4.5	<i>Validation de l'hypothèse 3</i>	42
	DISCUSSION	44
1	Intérêt de la réalisation du site pour la profession	44
1.1	<i>Un partenariat dans le respect du secret professionnel</i>	44
1.2	<i>Une meilleure connaissance du rôle de chaque professionnel</i>	46
1.3	<i>Une meilleure connaissance de la dyscalculie</i>	46

2	Limites de la démarche	47
2.1	<i>La réalisation du document</i>	47
2.2	<i>Des choix subjectifs</i>	47
2.3	<i>Le questionnaire</i>	48
2.4	<i>La population d'étude</i>	48
2.5	<i>Ouvertures et perspectives</i>	48
	CONCLUSION	50
	BIBLIOGRAPHIE	
	ANNEXES	8

Liste des tableaux

Tableau 1 : Difficultés d'apprentissage du calcul (HAS, 2017, p.47)

Liste des figures

Figure 1 : TSLA : pyramide des profils de situations et des niveaux de recours aux soins correspondants, (HAS, 2017, p.12)

Liste des abréviations

APA	American Psychiatric Association
APAJH	Association Pour Adultes et Jeunes Handicapés
CAPPEI	Certificat d’Aptitude Professionnelle aux Pratiques de l’Education inclusive
CAPA-SH	Certificat d’Aptitude Professionnelle pour les Aides Spécialisées, les enseignements adaptés et la scolarisation des élèves en situation de handicap
CP	Cours préparatoire
CNESCO	Conseil National d’Évaluation du Système Scolaire
DC	Dyscalculie
DSM-5	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5ème version
ESPE	Ecole Supérieure du Professorat et de l’Education
GS	Grande section maternelle
HAS	Haute Autorité de Santé
INPES	Institut national de prévention et d’éducation pour la santé
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
LNM	Ligne numérique mentale
MDT	Mémoire de travail
MDPH	Maison Départementale du Handicap
MEN	Ministère de l’Éducation Nationale
MLT	Mémoire à long terme
MS	Moyenne section maternelle
PS	Petite section maternelle
RASED	Réseaux d’aides spécialisées aux élèves en difficulté
SNA	Système numérique approximatif
SNP	Système numérique précis
TDAH	Trouble Déficit de l’Attention/Hyperactivité
TEDI-MATH	Test Diagnostique des compétences de base en Mathématiques

INTRODUCTION

Les évaluations nationales ou scientifiques récentes parviennent au même constat : le niveau des élèves en mathématiques baisse de façon inquiétante. Son enseignement est devenu une priorité nationale (Villani et Torossian, 2018). Parmi ces élèves confrontés à des difficultés mathématiques, certains recevront un diagnostic de dyscalculie. Les difficultés mathématiques rencontrées par les enfants dyscalculiques peuvent persister jusqu'à l'âge adulte (Lafay, St-Pierre et Macoir, 2017), se manifestant par des problèmes pour gérer l'argent, pour lire l'heure ou lors de la confrontation aux chiffres dans la vie professionnelle. Les répercussions sur la qualité de vie (Thibaut, 2017) peuvent également conduire à une marginalisation et une mauvaise insertion dans la vie sociale et professionnelle (Lafay, St-Pierre et Macoir, 2017).

L'American Psychiatric Association (APA, 2016) définit la dyscalculie comme un trouble spécifique des apprentissages avec un déficit en calcul. La neuropsychologie, elle, cherche à comprendre les processus mis en place au cours du développement de l'enfant et les mécanismes cérébraux qui peuvent altérer ce « sens du nombre » : le modèle du Triple Code (Dehaene et Cohen, 1992) propose un modèle chez l'adulte qui peut être transposé à l'enfant. Ces recherches récentes ont apporté un nouvel éclairage sur les difficultés que pouvaient rencontrer les enfants. Elles sont notamment un point d'appui pour une rééducation orthophonique efficace.

Néanmoins, trop souvent, la dyscalculie reste méconnue des enseignants et le diagnostic tarde à être posé. Deux hypothèses à cela : soit l'enfant dissimule en utilisant des stratégies de contournement (comme l'apprentissage par cœur de notions, sans passer par le sens), soit les difficultés en mathématiques sont vécues comme une fatalité (Guedin, 2013).

Pourtant, une remédiation précoce est possible et d'autant plus souhaitable que les savoirs et savoir-faire antérieurs ont un poids sur les apprentissages ultérieurs (Fayol, 2017). La plasticité cérébrale, capacité du système nerveux central à s'adapter à un nouvel environnement, est considérable chez l'enfant. Il semble donc possible de rééduquer les enfants dyscalculiques en développant leur sens élémentaire des quantités numériques (Dehaene, Molko, Wilson, 2005). Or, si les enseignants ont souvent des intuitions judicieuses pour proposer une pédagogie différenciée aux enfants en difficulté (Guedin, 2013), le manque ou l'absence de formation concernant la dyscalculie ne leur permet pas toujours de se sentir à l'aise pour un repérage précoce (Villani et Torossian, 2018).

Dans ce contexte, de nombreuses brochures d'information ont été rédigées ces dernières années sur les troubles des apprentissages. Toutefois, une analyse de dix-neuf documents d'information

a démontré que leur contenu était souvent obsolète, inapproprié pour des enseignants et que les apprentissages spécifiques à la maternelle n'étaient pas détaillés (Barazer, 2018). Pourtant, les habiletés numériques de base telles que la perception des quantités, la connaissance de la chaîne numérique, le dénombrement, la reconnaissance des chiffres arabes et la maîtrise de leur écriture permet souvent de prédire la réussite au cours de la scolarité (Fayol, 2017).

Ce mémoire a pour objectif de réaliser un point théorique sur les recherches actuelles en matière de dyscalculie et de construire un document d'information à destination des enseignants de maternelle, dans la perspective de leur apporter des connaissances de base sur la dyscalculie, sur le rôle de l'orthophoniste dans la rééducation de ce trouble et de leur donner quelques pistes pour repérer les élèves à risque.

Notre problématique s'exprime alors ainsi :

En quoi l'édition d'un document d'information à destination des enseignants de maternelle fournirait-il à ces derniers des repères à prendre en compte dans leurs gestes professionnels mais aussi des indices pour aiguiller la famille vers un premier bilan orthophonique ?

Notre première hypothèse est qu'il n'existerait aucun document d'information adapté aux besoins des enseignants et spécifiquement orienté vers les habiletés numériques de base en maternelle (Barazer, 2018). Il serait alors pertinent d'en envisager la création, avec un souci d'accessibilité à tous les professionnels de l'école. Notre deuxième hypothèse explore alors l'idée que la création d'un site internet serait la forme la plus adaptée pour ce document de prévention. Notre troisième hypothèse réside dans le fait qu'une meilleure information des enseignants de maternelle sur la dyscalculie conduirait à un meilleur repérage des élèves à risque de dyscalculie et en cas de besoin, à une prise en charge orthophonique plus précoce de ce trouble.

La partie théorique définit la dyscalculie grâce aux apports des recherches actuelles et retrace la façon dont l'enfant s'approprie le nombre au cours de son développement. Le constat d'une nécessaire prévention dans le domaine de la dyscalculie, en raison du manque de formation des enseignants, justifie notre travail, qui s'inscrit également dans un désir de collaboration entre enseignants et orthophonistes. La partie méthodologie explicite la démarche de notre travail, à savoir la création d'un document d'information numérique prenant la forme d'un site internet.

CADRE THÉORIQUE

1 Les connaissances actuelles sur l'acquisition des mathématiques

1.1 Un modèle théorique : le Triple Code

Plusieurs courants ont traversé le champ de ce qu'on nomme aujourd'hui les troubles des apprentissages mathématiques. Les travaux de Piaget ont donné naissance au courant constructiviste, qui s'est tourné vers les troubles logico-mathématiques. Un retard ou une absence dans l'acquisition des structures logiques nécessaire à la maîtrise du nombre aurait pour conséquence une atteinte du raisonnement mathématique. Dans les années 90, l'évolution des techniques médicales fait progresser la recherche en neuropsychologie cognitive et met en avant un sens du nombre précoce. On parle aujourd'hui de cognition mathématique.

Différents modèles théoriques se sont attachés à expliquer le traitement des quantités par le cerveau. Butterworth considère que la dyscalculie se manifesterait alors par une atteinte de la magnitude provoquant un déficit du sens du nombre (2005). Von Aster et Shalev proposent eux un modèle développemental (2007), s'appuyant sur le modèle du Triple Code (Dehaene et Cohen, 1992).

Les programmes de maternelle (MEN, 2018) s'appuyant sur le Triple Code, c'est celui-ci que nous avons choisi de développer car ce modèle fait consensus au niveau de la littérature anglophone et francophone. D'autres éléments théoriques sur la cognition mathématique sont détaillés dans le mémoire d'orthophonie à l'origine de notre projet (Barazer, 2018).

Le modèle du Triple Code permet de mieux comprendre la mise en place des habiletés numériques chez l'enfant (Dehaene et Cohen, 1992). Ce modèle, utilisé pour expliquer le fonctionnement arithmétique chez l'adulte, est une « référence actuelle en matière de cognition numérique pour comprendre l'origine des troubles numériques chez l'enfant » (Lafay, 2017). L'évolution des techniques d'imagerie cérébrale a confirmé les intuitions des auteurs sur la présence de réseaux de neurones dédiés à ces différents modules de traitement du nombre, à savoir un code « analogique », un code « oral » et un code « arabe ».

Le code analogique est un code non symbolique et sémantique : il correspond à la capacité innée de traiter les quantités, représentées par des objets (par exemple des billes, des points, des cailloux, les doigts de la main). Représentant le « sens du nombre », il est modélisé par une ligne numérique mentale : les nombres seraient alignés sur cette ligne. Ceux-ci forment un

ensemble peu linéaire au départ, puis cette ligne numérique mentale se précise avec l'apprentissage du dénombrement et du calcul.

Les codes symboliques sont le code oral (ou auditivo-verbal) et le code arabe. Le code verbal correspond à la représentation orale des nombres, sous leur forme auditive tandis que le code arabe correspond à la représentation des nombres sous la forme d'une image visuelle, celle des chiffres arabes. Ce code arabe intervient dans la lecture et l'écriture des nombres arabes.

Ces trois modules, analogique, verbal, arabe, fonctionnent indépendamment mais entretiennent des relations étroites les uns avec les autres. Il conviendra de les détailler pour expliquer la mise en place des compétences mathématiques chez l'enfant. En effet, les recherches en psychologie cognitive ont «mis en évidence des compétences numériques précoces au niveau de la maîtrise progressive du nombre» (Van Nieuwenhoven et De Vriendt, 2010).

1.2 L'utilisation des doigts : un outil intermédiaire

Les recherches confirment le sens des relations entre représentations digitales et performances arithmétiques (Van Hout, Meljac, Fischer, 2005). Dans notre culture, les doigts appartiennent au code analogique puisqu'ils représentent une quantité mais ils sont aussi un code pré-symbolique, dans la mesure où lorsque l'enfant mémorise les configurations digitales, il n'a plus besoin de passer par le comptage. Ils sont donc un bon support pour le dénombrement : non seulement ils mettent du sens sur les premières acquisitions numériques (Guedin, 2017), ils permettent également de soulager la mémoire de travail en permettant aux jeunes enfants de garder avec ses doigts la trace du comptage (Ménissier, 2017). « Stratégie préférée des enfants en maternelle » (Ménissier, 2017), encourager leur utilisation se révèle prioritaire puisque le recours aux doigts pour traiter les données numériques n'est ni universel, ni spontané mais nécessite au contraire un apprentissage fondé sur l'observation et l'imitation. En effet, leur usage pourrait aider l'enfant dans la compréhension des systèmes symboliques et de leur mise en relation avec les systèmes non symboliques (Guedin, Thevenot, Fayol, 2017). La connaissance des représentations digitales peut être renforcée par le recours à un jeu de « doigts-flash » : l'enseignant montre rapidement une configuration de doigts et l'élève doit pointer, inscrire ou nommer le bon résultat chiffré, et inversement (l'élève doit réaliser avec ses doigts le nombre proposé à l'oral ou à l'écrit par l'enseignant). Cet entraînement permet d'exercer le passage entre les différentes représentations d'un nombre selon le Triple code (oral, analogique, arabe) qui viendra soutenir les procédures ultérieures du calcul (Guedin, 2013, p.63).

En revanche, utilisé trop longtemps, par exemple pour une addition facile en fin de primaire, le comptage digital est considéré comme une stratégie immature (Combe, Vieux, 2016) et un signe d'alerte permettant de suspecter une dyscalculie (Ménissier, 2017). Pour qu'il arrive à s'en détacher, il faudra donc lui proposer d'autres supports (jetons, bouliers, constellations de points), que l'on organise de manière régulière en utilisant une base dix et une sous-base cinq (Guedin, 2017).

1.3 Les repères développementaux chez l'enfant

1.3.1 *Des capacités de base : la connaissance des quantités*

Dès la naissance, le bébé serait doté de compétences pour traiter le nombre. Il aurait à sa disposition des intuitions innées, qui le guideraient dans ses apprentissages mathématiques ultérieurs (Fayol, 2015). La représentation des quantités se développe dès les premiers de mois de vie. Les bébés sont capables de différencier deux objets de trois objets, ce qui a été mis en évidence grâce au paradigme d'habituation : on présente à l'enfant deux ou trois objets, puis ceux-ci sont cachés derrière un écran. Si on en enlève un, il se montre surpris et regarde plus longtemps que lorsque la nouvelle scène est en adéquation avec ce qu'il a vu auparavant (Starkey, Spelke, Gelman, 1990). Cette expérience a aussi été reproduite avec des sons sur des bébés de 6 mois : les enfants exposés à deux ou trois sons puis à un nombre d'objets équivalents ou non regardent plus intensément lorsque les quantités ne sont pas équivalentes. L'enfant posséderait donc une capacité à se représenter les numérosités, sous des formes visuelles aussi bien qu'auditives (Kobayashi, Hiraki, Hasegawa, 2005). Plusieurs expériences relatées par Dehaene dans *La bosse des maths, quinze ans après* (2010), sur le nouveau-né de deux jours ou chez l'enfant de quatre ans, parviennent à des conclusions similaires : l'enfant possède un sens abstrait du nombre. Ainsi, « le nombre est un des attributs primitifs avec lequel, dès la naissance, notre cerveau étiquette le monde extérieur » (p.301- 302). Très tôt, l'enfant aurait une représentation exacte des petites quantités. Les techniques récentes d'imagerie médicales ont mis en évidence l'existence de ces compétences précoces du nourrisson en révélant dans les lobes pariétaux des réseaux de neurones dédiés à la « représentation analogique du nombre » (Mazeau, 2017).

Cette perception des quantités correspond donc au code analogique décrit par Dehaene et Cohen : avant l'acquisition du comptage, l'enfant dispose de deux systèmes de représentation

des nombres, l'un pour traiter les petits nombres, l'autre pour estimer une quantité au-delà de quatre : le subitizing, nommé aussi SNP (Système Numérique Précis) et l'approximation des grands nombres, le SNA (Système Numérique Approximatif) (Feingenson, Dehaene et Spelke, 2004).

Le subitizing permet à l'enfant de traiter avec exactitude des petites quantités, de un à trois ou quatre, sans avoir recours au dénombrement (Dehaene, 2010, p. 303). Ce traitement s'effectue très rapidement, même lorsque les configurations spatiales ne sont pas organisées en patrons comme sur un dé (Fayol, 2015).

L'évaluation approximative des quantités au-delà de quatre permet une comparaison rapide des grandeurs et des quantités. Elle serait « automatique, inaccessible à la conscience et non symbolique, indépendante du langage et de l'éducation » (Fayol, 2015). Cette compétence s'améliore avec l'acuité visuelle liée à l'âge : un bébé de six mois perçoit la différence entre deux ensembles de points si le rapport entre eux est de 1/2 (par exemple, 8 points versus 16 points). A 3 ans, l'enfant a une discrimination plus fine (5 et 7 points). Vers le même âge, le fait de pouvoir ensuite mettre des mots sur ces quantités améliore la précision de son sens des quantités (Dehaene, 2010, p. 316-318). Ce seuil de discrimination, nommé « acuité numérique », serait la base des apprentissages numériques ultérieurs (Noël, Rousselle, De Visscher, 2013).

Ces deux capacités – subitizing et estimation – restent disponibles à l'âge adulte et s'améliorent avec l'âge, l'éducation (Dehaene, 2010), l'acquisition du langage, les expériences et les apprentissages scolaires (Mazeau, 2017). Enfin, ces quantités numériques seraient représentées mentalement sous forme d'une ligne numérique mentale, virtuelle, orientée de gauche à droite, (Dehaene, 2010, p. 97) de plus en plus longue et précise (Mazeau, 2017). Cette ligne numérique se présente d'abord sous forme logarithmique : les nombres ne sont pas alignés selon des intervalles égaux. L'espace entre les nombres se comprimerait au fur à mesure que la ligne s'oriente vers les grands nombres (Dehaene, 2010, p.87). Cette ligne numérique mentale peut être évaluée par des épreuves de déplacement de nombres sur une ligne : plusieurs études ont montré que la précision des représentations diminue avec la taille du nombre. Vers 8-10 ans, le placement de nombres arabes sur une ligne de 0 à 100 ou de 0 à 1000 suit une représentation logarithmique (les petits nombres sont mieux représentés que les grands). Progressivement, vers l'âge de 12 ans, les enfants passent à une représentation linéaire dans laquelle le même espace est conservé entre les nombres (Siegler et Opfer, 2003).

1.3.2 L'apprentissage du nombre : la comptine numérique

La compréhension intuitive du nombre se poursuit lorsque l'enfant accède à la suite des mots-nombres, passant de la représentation analogique à la représentation verbale (Barouillet, 2013). Le développement du nombre est corrélé à celui du langage, bien que les interactions entre les deux soient difficiles à explorer : entre un an et deux ans, l'enfant développe son lexique, puis sa syntaxe. Il apprend la suite de mots-nombres, de 1 à 100, entre 2 et 6 ans, avec des âges d'acquisition variant selon la diversité des stimulations de l'environnement (Fayol, 1990). Certains peuvent réciter la comptine numérique en allant assez loin dans la suite des mots-nombres, dès l'âge de 2 ans et demi-3 ans (Fayol, 2015). L'apprentissage de la chaîne numérique recourt à des habiletés cognitives : mémorisation des mots-nombres établis par convention (un, deux...seize...) et à l'articulation des nombres suivant une syntaxe qu'il doit avoir assimilée, additive comme dans « vingt-trois » ou multiplicative comme dans « quatre-vingts » (Crahay, Verschaffel, de Corte, Grégoire, 2008). On distingue quatre niveaux dans cet apprentissage : le niveau chapelet (l'enfant récite la suite des mots-nombre comme un tout indifférencié), la chaîne insécable (l'enfant peut s'arrêter à un nombre x, mais doit toujours compter à partir de 1), la chaîne sécable (les mots-nombres sont des unités numériques, l'enfant peut compter « à partir de », « entre tel et tel nombre »), la chaîne bi-directionnelle (l'enfant peut réciter la chaîne dans les deux sens, à partir de n'importe quel nombre, et comptant à rebours) (Fuson, Richard et Briard, 1982).

Les différences inter-individuelles se creusent entre 4 et 6 ans : certains en restent à un apprentissage par cœur de la suite numérique, tandis que d'autres ont compris et utilisent les règles de la syntaxe, nommée aussi combinatoire (Barouillet, 2013). Cette maîtrise du comptage permettra par la suite de dénombrer rapidement, précisément et de réaliser des calculs exacts (Dehaene, 2010, p. 312).

1.3.3 L'apprentissage du nombre : dénombrement et premières opérations

Parallèlement à ces acquisitions, l'enfant commence à savoir dénombrer, c'est-à-dire utiliser les mots-nombres pour établir le cardinal d'une collection. Aux alentours de 3-4 ans (avec de nombreuses variations inter-individuelles), il comprend que chaque mot-nombre est associé à une quantité précise. Pouvoir mettre des mots sur les nombres augmente la précision de son sens des quantités (Dehaene, 2010, p. 316-318).

Activité complexe, le dénombrement requiert la coordination de plusieurs habiletés : l'enfant doit comprendre les principes suivants : le principe de stabilité implique que les mots-nombres sont récités dans l'ordre canonique, celui de cardinalité que le dernier mot-nombre prononcé correspond au nombre total de la collection. Le principe d'abstraction sous-entend que des éléments différents puissent être comptés ensemble. Enfin, le principe de non-pertinence de l'ordre correspond au fait que les éléments d'une collection puissent être comptés dans n'importe quel ordre (Gelman et Gallistel, 1978). Brissiaud (2013) parle de « comptage-numérotage » lorsque l'enfant récite la comptine numérique sans faire le lien entre la quantité d'objets et le nom des mots. Ils se trompent en croyant que le dernier mot-nombre prononcé lors d'un comptage d'objets dans une collection correspond uniquement au dernier élément envisagé et non pas à l'ensemble de la collection (Guedin, Thévenot, Fayol, 2017). Lorsqu'on lui demande « combien y a-t-il de jetons ? », l'enfant est obligé de recompter à partir de « un ». Brissiaud préfère utiliser l'expression « comptage-dénombrement » et insiste pour que les nombres soient appris à partir de leur décomposition. Ainsi, « 2 », c'est « un » et « encore un ». Selon lui, les troubles du calcul peuvent en partie s'expliquer par des maladroites pédagogiques (Guedin, 2013).

Le dénombrement est donc lié à la compréhension du nombre plutôt qu'à un apprentissage par cœur. Dès l'âge de 3 ans, on considère que l'enfant peut répondre à des questions sur des opérations simples, telles que « combien font 2 gâteaux et 1 gâteau ? » en manipulant des objets (Fayol, 2010, p.26). Plutôt que d'opération, terme qui implique la maîtrise des symboles + et -, Fayol préfère employer à cet âge le terme de « transformation ». L'enfant passe par la manipulation d'objets, a recours à ses doigts ou au comptage. Ce n'est que plus tard, à partir de six ans environ, qu'il pourra associer ces connaissances concrètes sur les nombres (ajout, retrait) à des opérations symboliques (Fayol, p.30).

Pour Dehaene, les enfants sont capables d'effectuer des opérations approximatives, grâce à cette intuition arithmétique précoce (2010, p.325). Entre trois et huit ans, la maîtrise du dénombrement lui permet d'accéder à la réalisation d'opérations arithmétiques simples : addition et soustraction (Fayol, 2015). Par la suite, l'enfant développera d'autres compétences, en mettant en œuvre des stratégies de plus en plus perfectionnées.

1.3.4 L'apprentissage du nombre : le code arabe

Au cours de son développement, l'apprentissage du comptage permet à l'enfant d'appréhender le nombre sous ses différentes représentations : oral, analogique et arabe. A l'école, l'enfant finit en effet par automatiser l'association entre le nombre présenté sous la forme d'une quantité analogique et sa représentation écrite ou orale (Dehaene, 2010, p.318). Dès 5-6 ans, l'enfant se familiarise avec la représentation des nombres sous leur forme écrite et il apprend à établir des correspondances entre code oral et arabe (Noël, Rousselle et De Vissher, 2014). Pour Fayol, la fréquentation de l'enfant avec les affichages numériques (appareils ménagers, montre, téléphone...) lui permet même d'acquérir le code arabe, dès la moyenne section de maternelle. Entre 3 et 5 ans, il est capable d'associer des chiffres écrits à des quantités d'objets dans des boîtes, faisant ainsi intervenir les relations entre code analogique et arabe (Fayol, 2015, p.36). En revanche, il lui faudra plusieurs années pour qu'il parvienne à lire et à écrire des nombres à plusieurs chiffres sans erreur de transcodage et pour qu'il comprenne l'écriture positionnelle (Mazens et Gimbert, 2016). Le transcodage est ce qui permet à l'enfant de passer d'un code à l'autre, par exemple lors de la lecture de nombres écrits ou lors de dictées de nombres.

Nous mettrons l'accent, dans ce mémoire, sur les habiletés numériques précoces, basées sur le modèle du Triple Code, dans la mesure où celui-ci permet de comprendre les dysfonctionnements dans l'acquisition des compétences. Ces dysfonctionnements peuvent prendre la forme d'une dyscalculie. En effet, nous rejoignons à ce sujet Anne Lafay : « parce que la dyscalculie est un trouble très présent chez les enfants, parce que les difficultés mathématiques sont vectrices d'anxiété et interfèrent avec les apprentissages scolaires, l'insertion sociale et professionnelle future, il est indispensable d'en comprendre l'origine fonctionnelle cognitive » (Lafay, 2017).

2 La dyscalculie, un trouble méconnu

2.1 Définition

Dans un souci de clarté, nous avons choisi d'utiliser le terme de « dyscalculie », plutôt que celui de « trouble des apprentissages avec déficit du calcul », préconisé par l'American Psychiatric Association (2016). En effet, « c'est cette définition qui est la plus fréquemment utilisée sur le

terrain, tant par les orthophonistes que par les neuropsychologues, les médecins, les enseignants et les parents » (Mazeau, 2017).

L'origine de la dyscalculie serait génétique : il y aurait au cours du développement une « désorganisation précoce des régions cérébrales qui auraient dû normalement se spécialiser dans les nombres » (Dehaene, 2010). En effet, le système cérébral lié au traitement du nombre peut se révéler défectueux ou avec un développement atypique (Mazeau, 2017).

La définition sur laquelle nous nous appuyerons pour ce mémoire décrit la dyscalculie comme un trouble des apprentissages, avec la présence, depuis au moins six mois, d'un des symptômes suivants : une difficulté à maîtriser le sens des nombres, les faits numériques ou le calcul ou une difficulté dans le raisonnement mathématique (American Psychiatric Association, 2016). Les aptitudes mathématiques évaluées par les tests standardisés sont nettement inférieures au niveau escompté, compte tenu de l'âge, du niveau intellectuel et de l'enseignement reçu par le sujet. Le trouble interfère significativement avec la réussite scolaire ou les activités de la vie quotidienne. Le trouble ne résulte pas d'une déficience intellectuelle, d'une défaillance sensorielle (auditive ou visuelle) ou d'autres troubles neurologiques ou mentaux (American Psychiatric Association, 2016).

Sa prévalence est très variable, selon les études rapportées par l'INSERM : de 3,6 à 7,7 %, avec un ratio garçons/filles réparti équitablement. Les enfants atteints de dyscalculie seraient issus de classes sociales moins favorisées (INSERM, 2007, p. 294-296).

La dyscalculie développementale serait une altération du « sens des nombres », avec un subitizing plus lent et une mauvaise estimation des quantités (Dehaene, 2010, p. 327), entraînant des difficultés à comparer, identifier et estimer des quantités, à placer des nombres sur une ligne numérique.

Cette hypothèse se vérifie grâce à l'imagerie cérébrale : sur des adolescents nés prématurés et diagnostiqués comme dyscalculiques, on a retrouvé une diminution de la matière grise dans le sillon intrapariétal gauche, zone affectée au calcul mental (Dehaene, p. 327). Ainsi, la capacité de comparaison des grands nombres (le SNA : Système Numérique Approximatif) permettrait d'identifier des enfants dyscalculiques. A onze ans, ceux-ci auraient une estimation des quantités semblables à ceux d'enfants de cinq ans (Piazza et col, 2010, cité par Dehaene).

Pour d'autres, la responsabilité de la dyscalculie ne doit pas être cherchée dans un SNA déficitaire. Noël émet l'hypothèse d'un déficit de base dans la « construction d'une représentation numérique exacte du nombre », suggérant que la dyscalculie serait caractérisée par des difficultés à accéder au sens des quantités à partir des nombres arabes (Noël, Rousselle et De Vissher, 2013). Les recherches doctorales de Lafay sur les déficits cognitifs numériques

des enfants dyscalculiques, mettent en évidence que ces enfants ne présentent pas de déficit général du sens du nombre, mais seulement un déficit du SNP, avec une préservation des habiletés du SNA (Lafay, 2016). Ces enfants auraient également un déficit dans la reconnaissance des codes symboliques (arabe et oral) ainsi qu'un déficit d'accès au sens du nombre au moyen de ces codes.

Dans les faits, il paraît compliqué également de différencier les enfants avec une altération de leur sens du nombre en lien avec une origine biologique (désorganisation des neurones du lobe pariétal affecté au traitement du nombre) que de ceux ayant des difficultés car n'ayant pas reçu une « éducation optimale » (Dehaene, 2010, p.328).

Si un « trouble précoce des fonctions pariétales » prédispose donc à la dyscalculie, il est important de souligner que ce trouble des apprentissages pourrait s'estomper avec un entraînement intensif basé sur des logiciels ou des jeux éducatifs, tels que *l'Estimateur* (Villette, Mawart et Rusinek, 2010) ou encore *La course aux nombres* (Wilson et Dehaene, 2010), en raison de la plasticité cérébrale. Des programmes de rééducation s'appuyant sur l'estimation rapide des quantités, la routine du comptage ou l'automatisation du transcodage ont permis d'objectiver des progrès, visibles à l'imagerie cérébrale : soit sur les zones sous-activées au départ, soit grâce à des circuits de compensation qui se mettent en place (Dehaene, 2010, p 328). Comme le souligne Guedin (2013), il importe de ne pas laisser l'enfant seul avec « son fonctionnement cognitif déroutant » et de lui proposer des activités de remédiation. Les pistes suggérées par ces activités de remédiation seront développées dans la seconde partie de ce mémoire.

2.2 Dyscalculies et troubles associés

On parle de troubles associés ou de comorbidités lorsque deux troubles ou plus s'associent chez un même individu. L'INSERM recense deux types de comorbidités : la comorbidité avec d'autres troubles d'apprentissages et la comorbidité avec des atteintes chromosomiales ou neurologiques (INSERM, 2007, p.297). Nous évoquerons aussi les troubles associés sur le plan émotionnel et sur le plan cognitif.

Concernant les troubles des apprentissages, l'association entre dyscalculie et dyslexie est fréquente, bien que les causes ne soient pas clairement établies. Une hypothèse probable serait de conclure à un impact des troubles du langage sur les acquisitions mathématiques (INSERM, p.298). Les travaux de Lafay ont montré que des enfants dyscalculiques de 8-9 ans avaient aussi

des difficultés dans le domaine langagier, en compréhension et production, ainsi qu'en lecture et orthographe (Lafay, 2016).

La dyscalculie peut aussi être associée à d'autres syndromes, notamment le Trouble de Déficit de l'Attention/Hyperactivité. Le pourcentage d'enfants dyscalculiques avec TDAH se situe entre 15 et 26 % (Lindsay et al. cité par Wilson, 2005). Là encore, il est difficile de savoir si la dyscalculie est causée par le TDAH, ou si tous les deux sont « des symptômes d'un dysfonctionnement cérébral sous-jacent » (INSERM, p.299). Pour Fayol, lorsque l'attention est touchée, cela induit « des conséquences importantes sur les performances arithmétiques » (Fayol, 2017). Un traitement médicamenteux pourrait améliorer les performances arithmétiques, en aidant l'enfant à éviter les erreurs d'inattention et d'impulsivité (INSERM, p.299).

Enfin, il y aurait également un lien entre prématurité et dyscalculie : l'imagerie par résonance magnétique a mis en évidence une relation entre les enfants dyscalculiques prématurés et la réduction de la densité de la matière grise dans la région inférieure du lobe pariétal gauche, par rapport à un groupe contrôle d'enfants prématurés ne présentant pas de dyscalculie (Isaacs et al. 2001).

En ce qui concerne les associations possibles sur le plan émotionnel, on note un lien étroit entre performance mathématique et anxiété. Les enfants dyscalculiques présenteraient un fort niveau d'anxiété lié aux activités mathématiques (Lafay, 2016). Selon Wilson, la dyscalculie pourrait augmenter les risques de présenter une anxiété des maths (Wilson, 2005).

La dyscalculie a aussi un impact sur d'autres fonctions cognitives, comme la mémoire de travail. Cette dernière permet de maintenir temporairement des informations, qu'elles soient visuelles ou auditives. On l'utilise par exemple lorsqu'on conserve en mémoire deux nombres à additionner. Pour Fayol, les performances aux différentes composantes de la mémoire de travail sont corrélées aux résultats en mathématiques et les enfants ayant de faibles capacités de mémoire de travail auraient une forte probabilité d'échouer en mathématique. Ces difficultés pourraient entraver l'apprentissage et la mémorisation des faits arithmétiques, ce qui aurait aussi un retentissement sur l'acquisition de stratégies et la résolution des opérations (Fayol, 2015, p.40). Néanmoins, il est possible d'entraîner la mémoire afin d'augmenter l'empan ou d'enseigner des stratégies pour la soulager (Fayol, p.37-39). Une question légitime émerge alors : quelles seraient les modalités d'intervention précoce pour prévenir ou combattre les inégalités ? (Fayol, Catier, Bouvier Pouch, 2017).

3 Le monde enseignant et l'orthophonie

3.1 Les résultats en mathématiques des élèves : un constat inquiétant

Le rapport remis le 12 février dernier au ministre de l'Éducation Nationale Jean-Michel Blanquer sur l'enseignement des mathématiques évoque des « résultats catastrophiques » et propose donc d'inscrire cet enseignement comme priorité nationale (Villani, Torossian, 2018). En effet, à chaque niveau de classe, les enseignants font état des « faibles capacités de leurs élèves à comprendre les nombres ou à mener des calculs à cause de difficultés remontant à des classes antérieures » (p.29). Ainsi, seuls 58 % des élèves maîtrisent les compétences attendues en fin de CM2 et plus de 40 % n'ont pas acquis les connaissances de base relatives au calcul mental (Conseil National d'Évaluation du Système Scolaire, conférence de consensus, 2015). L'évaluation Timss 2015 (Trends in International Mathematics and Science Study) place la France au dernier rang des 19 pays participants (Villani, Torossian, p.6). Si l'origine de ces lacunes d'apprentissage est imputable pour une part au milieu socio-économique, l'essentiel est de nature pédagogique.

Trop souvent dans notre société, les mathématiques souffrent d'un manque d'attractivité, en raison de cette image « essentiellement théorique et scolaire » (Pelay, 2012). Pourtant, les nombres sont omniprésents dans la vie quotidienne : dénombrer des collections d'objets, utiliser des mesures de poids, de distance ou de temps, dire, écrire, ou lire des nombres, résoudre des problèmes sont autant d'activités variées et nombreuses (Lafay, 2016). Si pour de nombreux élèves, les apprentissages mathématiques se feront sans heurts, en revanche, les activités, mêmes les plus simples, se révéleront problématiques pour les enfants dyscalculiques (Lafay, 2016). Ces difficultés perdurent souvent à l'âge adulte : 10 % des jeunes évalués lors des journées défense et citoyenneté « souffriraient d'un handicap dans la réalisation d'activités dès que les nombres sont en jeu » (Villani, Torossian, 2018).

3.2 Les difficultés à enseigner les mathématiques

Parmi les difficultés relevées chez les élèves dans ce rapport, on note la fragilité des acquis sur les notions fondamentales, avec notamment « une construction du nombre trop rapide pour une appropriation pérenne » (Villani, Torossian, 2018, p.15). L'enseignement des mathématiques soulève de nombreux problèmes dans la majorité des systèmes éducatifs (Crahay, Verschaffel, De Corte, Grégoire, 2008) avec des enseignants eux-mêmes en souffrance : un tiers des

professeurs des écoles déclare ne pas aimer enseigner les mathématiques (Villani, Torossian, p.6). La faiblesse de la formation, initiale ou continue, conduit à une absence de liens entre savoirs professionnels empiriques et savoirs théoriques issus de la recherche (Villani, Torossian, p.46). Les étudiants qui entrent en master MEEF ont pour la plupart effectué une licence dans des domaines littéraires à 80 % (Villani, Torossian, p.44), ce qui peut témoigner de leur propre appréhension vis-à-vis des apprentissages mathématiques (Dias, Deruaz, 2012). Dans une conférence de consensus (CNESCO, 2015), Butlen, enseignant à l'ESPE de Versailles (École Supérieure du Professorat et de l'Éducation), dénonce un « cursus universitaire peu adapté, ne préparant pas à enseigner les mathématiques de l'école maternelle et élémentaire ». Qu'en est-il exactement de la formation des professeurs des écoles, sur l'enseignement des mathématiques et sur la dyscalculie ?

3.3 Une formation initiale lacunaire

La prévention des difficultés scolaires et le dépistage des handicaps font partie des missions des enseignants (MEN, 2005). La dyscalculie, trouble spécifique des apprentissages, devrait donc faire l'objet d'un enseignement, or la formation des professeurs des écoles dans ce domaine reste encore peu développée. Les programmes de l'ESPE consultables pour certains centres sur internet font état d'une dotation plutôt mince, avec des disparités d'un lieu à l'autre. En 2018, dans le cadre d'un mémoire d'orthophonie, un questionnaire a été adressé à 649 étudiants de Master MEEF (mention 1er degré) afin d'évaluer leur formation initiale sur les troubles des apprentissages. 19,9 % disent n'avoir eu « aucun cours sur les handicaps pouvant être rencontrés en milieu scolaire, 32,8 % estiment en avoir bénéficié et près de la moitié affirment en avoir eu « un peu ». Concernant la quantité d'heures consacrées aux dispositifs pédagogiques à proposer aux élèves en difficulté, tous se sont plaints d'un manque d'approfondissement (Brulon, 2018).

Nous illustrerons ce manque de formation initiale au travers de trois ESPE :

A Strasbourg, 42 heures sont consacrées aux troubles spécifiques du langage et des apprentissages, sans plus de précision concernant la dotation horaire consacrée à la dyscalculie. Néanmoins, l'ouvrage de Dehaene, *La bosse des maths*, est cité dans la présentation du module, suggérant que le développement mathématique est aussi abordé sous l'angle des neurosciences. Dans l'Académie de Rennes, les étudiants en MEEF ont douze heures de cours en master 2 (6 heures dans chaque semestre) sur « la cognition numérique, développement, apprentissage,

difficulté et troubles ». Six heures sont aussi consacrées aux troubles des apprentissages, mais avec une « approche plus approfondie de la dyslexie ». La dyscalculie est, quant à elle, présentée par une question polémique : « la dyscalculie existe-t-elle ? ». Dans l'Académie de Nantes, un livret de 35 pages détaille les enseignements du master 1 et 2 : soixante heures sont consacrées en master 1 à la maîtrise des mathématiques (« comprendre leur enseignement/apprentissage ») mais cet enseignement explore les mathématiques sous un angle didactique (livret 1^{er} degré du master MEEF, ESPE, Nantes, 2019) et la dyscalculie ne semble pas abordée. En master 2, seize heures ont pour intitulé « l'enseignement des mathématiques et de la culture scientifique et technique » et concernent là encore la « didactique des mathématiques ». L'unité d'enseignement (UE) 33 « enseigner à l'école maternelle » indique une douzaine de points abordés, parmi lesquels la « construction du nombre ». Proportionnellement, on peut penser que cette UE de dix-huit heures ne peut pas s'attarder longtemps sur les habiletés mathématiques précoces. Enfin, dans ce livret, des ouvrages sont cités comme « références conseillées », pour chaque UE, mais aucun ne concerne les mathématiques ou la dyscalculie. Ces lacunes dans la formation initiale des étudiants auront des impacts sur la suite de leur carrière : « nombreux sont les professeurs des écoles qui se sentent fragiles, voire incompetents en mathématiques » (Villani et Torossian p.14). La formation continue ne permet pas non plus actuellement aux enseignants de se former correctement : dix-huit heures par an sont consacrées à l'animation pédagogique, avec « des contenus ne répondant pas aux attentes de la profession » (Villani et Torossian, p.45).

La formation des enseignants spécialisés titulaires du Cappeï à dominante pédagogique (Certificat d'aptitude professionnelle aux pratiques de l'éducation inclusive) n'est pas plus étoffée : à titre d'exemple, à l'ESPE de Nantes et du Mans, les enseignants spécialisés ont bénéficié de trois heures d'intervention par une orthophoniste à la suite de son mémoire sur la dyscalculie (Barazer, 2018). Cette initiative individuelle a permis d'apporter des connaissances théoriques à un certain nombre d'enseignants, mais ne fait pas l'objet d'un contenu dispensé au niveau national.

Face à ce constat, notre travail s'inscrit dans une démarche de partage et de diffusion des connaissances autour de la cognition mathématique, au travers d'un partenariat avec les enseignants.

4 L'école et l'orthophonie : prévention et collaboration

4.1 L'intérêt d'un partenariat

Le partenariat se définit comme un système visant à établir des relations d'étroite collaboration en associant des partenaires sociaux ou économiques (Larousse, 2018). Les termes « coopération » et « confiance » reviennent à plusieurs reprises dans le rapport Flajolet (2008). La Haute Autorité de Santé a conscience de l'importance de développer ce « partenariat nécessaire entre professionnels de santé et professionnels de l'Éducation nationale » (Guide Has, 2017, p.9). Qu'en est-il alors du partenariat pouvant s'établir entre l'orthophoniste et l'enseignant de maternelle, ce « partenariat interministériel », plébiscité dans les textes officiels (Ringard, 2000) ?

4.2 Du côté de l'orthophonie

Comme pour les enseignants, la réforme des études d'orthophonie, en 2013, a conduit à un nouveau référentiel de formation, avec des unités d'enseignement uniformisées au niveau national. Plusieurs enseignements développent cette notion de partenariat : « apprentissage et didactique » ou encore « communication avec le patient, l'entourage et les autres professionnels » qui reprend les termes de « coordination entre professionnels », et « pluridisciplinarité » (B.O du 5 septembre 2013, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, p.95).

Dans le référentiel de compétences des orthophonistes (B.O du 5 septembre 2013, p.8), la compétence 5 explicite le fait de conduire une démarche d'intervention en santé publique, en organisant des actions de prévention et de dépistage. Ainsi, l'orthophoniste peut être amené à « conseiller et éduquer les professionnels et autres partenaires du patient ». Cette démarche éducative ou d'accompagnement doit répondre à une demande exprimée. De plus, le choix et les conditions de mise en œuvre des outils pédagogiques sont élaborés en lien avec les autres professionnels intervenant auprès du patient (B.O, p.9). La compétence 10, « organiser les activités et coopérer avec les différents acteurs » indique que l'orthophoniste peut « coordonner les actions ou les soins avec les aidants, les professionnels de santé, les intervenants dans le champ social, économique et éducatif pour construire des projets d'intervention pertinents » (B.O, p.14). Le partenariat avec les enseignants repose également sur un partage d'informations. La compétence 6 – mettre en œuvre une prestation d'expertise et de conseil dans le domaine de

l'orthophonie – nécessite de pouvoir donner des explications auprès des professionnels et partenaires concernés. Concernant la dyscalculie, bien que 98,6 % des professeurs interrogés ont déjà rencontré le terme de dyscalculie, ils sont 94,2 % à vouloir davantage d'informations sur ce trouble (Landais, 2016).

Ainsi, l'intervention orthophonique va au-delà de la séance de rééducation avec le patient : la prévention, le partenariat avec les autres professionnels, notamment les acteurs de l'Éducation nationale, la notion de conseil et d'expertise font partie intégrante du métier.

4.3 Du côté des enseignants

La coopération avec les partenaires de l'école figure officiellement dans le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation (Ministère de l'Éducation nationale, 2013).

Le rapport Ringard dresse un état des lieux des pratiques scolaires mises en place pour lutter contre les troubles des apprentissages du langage oral et écrit (Ringard, 2000). Il utilise le terme de « partenariat éducatif » et souligne qu'il apparaît comme un élément clé de la réussite pour venir en aide à un enfant porteur de troubles : « un travail pluridisciplinaire des enseignants et des professionnels de la santé est fortement conseillé et souvent facilité » (p.57). La formation des enseignants, modifiée en 2013 avec la création des Écoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation, anciennement nommées IUFM), a inscrit cette notion de partenariat interprofessionnel dans les programmes. Ainsi, l'ESPE de Poitiers indique sur son site internet un enseignement de 15 heures sur « le travail en partenariat et la connaissance des différents partenaires de l'école ». Ce que dit Crunelle (2008) à propos de la dyslexie reste tout aussi valable pour la dyscalculie : « les partenariats établis entre les professionnels de l'éducation et ceux de la santé sont trop ponctuels. Ils dépendent en particulier d'une meilleure connaissance des spécificités professionnelles de chacun et de la complémentarité entre rééducations et pédagogie. Ils exigent des rencontres régulières, des échanges construits pour faciliter les transferts et une implication maximale des parents et de l'enfant qui doit être rendu acteur des aides qui lui sont proposées ».

Les objectifs du partenariat entre enseignants et orthophonistes sont multiples : ils doivent permettre le repérage des enfants à risque de dyscalculie et un meilleur partage d'informations tout en s'assurant du respect du secret professionnel. Ils ont aussi l'ambition de pallier les difficultés des élèves. Enfin, notons que la famille reste au cœur de cette collaboration qui ne

doit pas se faire sans son accord. Les moyens eux, sont multiples : rencontres, conseils, échanges, formations. La diffusion de brochures de sensibilisation des professionnels fait aussi partie de la promotion de la santé, à travers une démarche de prévention (Flajolet, p.19).

4.4 La nécessité de la prévention

4.4.1 *Le rapport Flajolet*

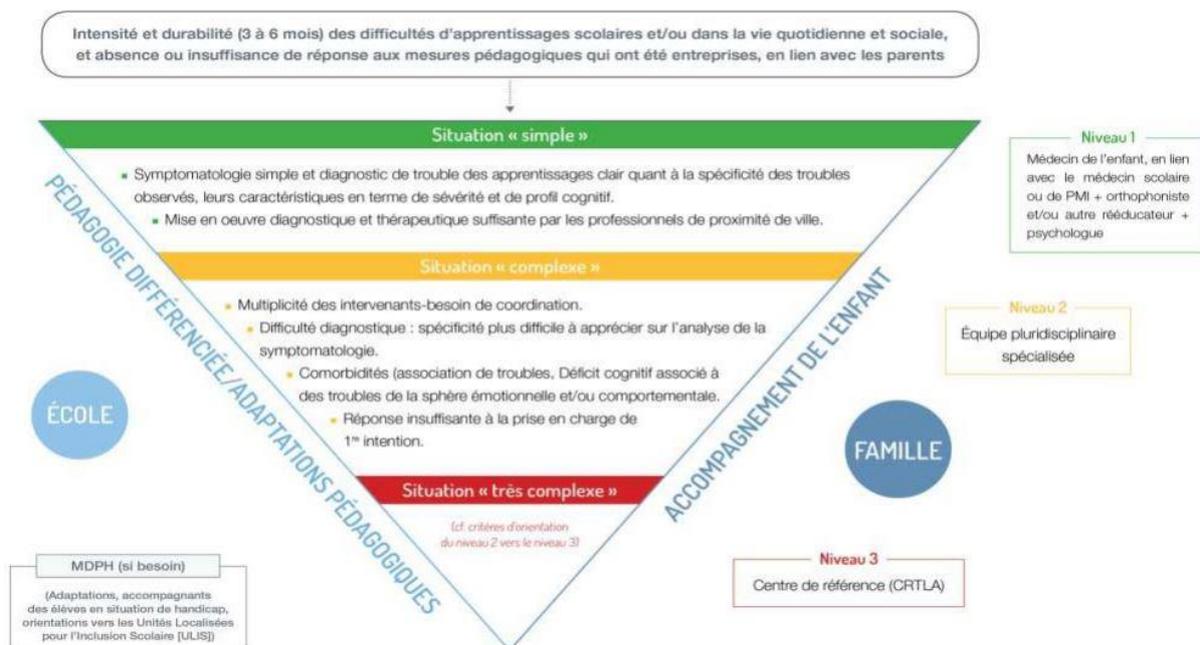
La prévention a été définie par l’OMS comme l’ensemble de mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps (annexe 1 du rapport Flajolet, 2008). Le bulletin officiel n°32 du 5 septembre 2013 stipule que « l'orthophonie consiste à prévenir, à évaluer et à traiter les difficultés ou troubles des activités liées à la cognition mathématique ». Il indique également que « l'orthophoniste peut proposer des actions de prévention, d'éducation sanitaire ou de dépistage, les organiser ou y participer. » Il existe trois niveaux de prévention : la prévention primaire, la prévention secondaire et la prévention tertiaire. Nous nous intéresserons ici à la prévention primaire qui consiste à appliquer des mesures à une maladie ou à un groupe de maladies pour en bloquer les causes avant qu’elles n’agissent sur l’homme. Le rapport Flajolet (2008), relatif aux disparités des politiques de prévention sanitaire, fixe des recommandations pour réduire les inégalités par le développement de la prévention. Il insiste sur le fait de « construire la confiance entre les professionnels » et sur la coopération entre professions. En effet, la « santé des jeunes relève à la fois d’enjeux éducatifs et de santé publique » (p.36).

L’enjeu de la promotion de la santé est de réduire les disparités de santé, notamment au moyen d’une meilleure diffusion des connaissances et d’une étroite coopération (p.31). Les enseignants sont en effet souvent les premiers à repérer dans le cadre scolaire les problèmes des enfants en difficulté (p.36). La collaboration entre enseignants et orthophonistes relève donc d’une démarche de santé publique. Lafay (2017) souligne à ce sujet que « les difficultés en mathématiques chez les enfants sont fréquemment observées et objectivées par les enseignants et les orthophonistes ». Néanmoins, la participation des orthophonistes à des actions de sensibilisation nécessite une collaboration étroite et plus cohérente avec le monde enseignant, pour ne pas rester au constat du rapport Flajolet : « une juxtaposition non ordonnée des structures participant aux actions de prévention ».

4.4.2 La prévention : une spécificité de l'orthophonie

Le document le plus récent produit par la Haute Autorité de Santé, *Comment améliorer le parcours de santé d'un enfant avec troubles spécifiques du langage et des apprentissages*, (nommé Santé HAS dans notre travail), a été élaboré pour démontrer que le parcours de soins et le parcours de scolarisation étaient imbriqués (Santé HAS, 2017, p.5). Si la scolarisation d'un élève en difficulté d'apprentissage nécessite une étroite collaboration entre les enseignants et les autres acteurs de la communauté éducative, à savoir ses parents et les rééducateurs du milieu paramédical (Guedin, 2013), les enjeux de la prévention sont différents selon les acteurs. Les enseignants se situent davantage du côté du repérage, et il appartient aux orthophonistes de dépister les troubles et de poser un diagnostic. Un schéma reprend cette nécessaire collaboration entre les enseignants et les professionnels de santé, dont font partie les orthophonistes.

Figure 1. TSLA : pyramide des profils de situations et des niveaux de recours aux soins correspondants



Ce triangle situe les fondements de chaque profession : à gauche, l'école est du côté de la transmission des savoirs. En effet, comme le souligne Woollven (2015), « les approches scolaires et orthophoniques diffèrent : la première est pédagogique, son but est d'enseigner ; la seconde est thérapeutique et vise à soigner ou à rééduquer » (Woollven, 2015). L'enseignant a une vision des connaissances et des compétences à faire acquérir à l'enfant. En cas de difficulté, il s'efforce de mettre en œuvre une pédagogie différenciée.

Ainsi, les habiletés mathématiques en maternelle appartiennent au 4ème domaine d'apprentissage, «construire les premiers outils pour structurer sa pensée » : les programmes décrivent la progression numérique chez l'enfant tout-venant et ce qui est attendu des enfants en fin d'école maternelle (MEN, 2015). Pour Lehalle, professeur en psychologie du développement, « la période qui va de 2-3 ans à 6-7 ans est cruciale pour les acquisitions numériques. C'est la construction opératoire qui est en jeu à la période de l'école maternelle » (conférence visionnée sur le site du Cnesco, 2015). Ainsi, la construction du nombre ou l'apprentissage de la comptine numérique sont des enjeux de l'école maternelle. En fin de GS, on attend que l'élève puisse « mobiliser des symboles analogiques, verbaux ou écrits, pour communiquer des informations orales ou écrites sur une quantité » (MEN, 2015).

Le schéma proposé souligne l'importance d'une pédagogie adaptée aux difficultés de l'élève, afin d'apporter une « aide très précoce dont on sait qu'elle est plus efficace » (Santé HAS, p.15). Concernant les mathématiques, la mise en œuvre d'une pédagogie différenciée est justifiée en cas de « difficultés dans la construction du nombre et du calcul en grande section de maternelle et en CP » (Santé HAS, p.16). Néanmoins, nous avons souligné précédemment que les enseignants sont peu sensibilisés dans leur parcours de formation aux troubles des apprentissages, notamment à la dyscalculie. L'Éducation Nationale, consciente de ces lacunes, propose à travers les recommandations du Cnesco de miser sur « l'expertise pédagogique des personnels enseignants », et pour ce faire d'intégrer, dans chaque circonscription, des conseillers pédagogiques en mathématiques, spécialement formés en didactique des mathématiques pour servir de référence aux enseignants (Cnesco, 2018). L'amélioration de la formation initiale et continue des enseignants est recommandée, notamment pour le repérage des difficultés dans les apprentissages et la mise en place d'une pédagogie différenciée (Santé HAS, p.36). Toutefois, ces préconisations restent actuellement encore théoriques. Les enseignants souhaitant remédier aux difficultés d'un élève peuvent solliciter le RASED : les enseignants spécialisés qui appartiennent à ce réseau sont experts dans les troubles des apprentissages. Malgré cette spécificité, leur formation concernant la dyscalculie reste encore insuffisante. Or, la formation initiale et continue doit permettre une connaissance de ces pathologies spécifiques et des signes d'appel des troubles des fonctions cognitives (Santé HAS, p. 35, 2018).

Si l'intuition des enseignants permet souvent une remédiation efficace, solliciter un diagnostic précis peut devenir précieux pour encore mieux adapter et différencier sa pédagogie (Guedin, 2017). Cette adaptation de leur enseignement passe par un nécessaire partenariat avec les

professionnels de santé, et notamment par des explications sur le modèle théorique du Triple Code, qui apporte un éclairage pertinent aux pratiques pédagogiques (Ibid.).

Les orthophonistes interviennent alors sur le côté droit du triangle, en tant qu'experts sur les troubles des apprentissages, et permettent l'accompagnement de l'enfant, d'abord en réalisant une évaluation permettant de poser un diagnostic, puis en proposant si besoin une rééducation. Ils disposent d'un arrière-fond théorique différent de celui des enseignants. La formation des enseignants, qu'il s'agisse des enseignants du 1^{er} degré ou des enseignants spécialisés à dominante pédagogique, s'oriente vers la didactique des mathématiques, alors que celle des orthophonistes est axée sur l'aspect développemental et sur les troubles de la cognition mathématique, sur le bilan et l'évaluation et enfin sur l'intervention orthophonique dans le cadre des troubles de la cognition mathématique (BO n° 32 du 5 septembre 2013). Leur action les place du côté du soin, comme le rappellent les deux premières compétences : après le diagnostic (compétence 1) vient la mise en œuvre du projet thérapeutique (BO, 2013, p.1).

Notons aussi la méconnaissance du champ d'intervention des orthophonistes par les enseignants. Selon un mémoire d'orthophonie qui a interrogé les futurs professeurs des écoles sur leurs représentations du métier d'orthophoniste, les difficultés en raisonnement logico-mathématique ne sont pas une compétence reconnue par les étudiants de Master MEEF (non reconnue par 66,7 % des futurs professeurs des écoles, Brulon, 2018, p.29). Il nous semble donc indispensable d'informer les enseignants de notre champ de compétence, afin de permettre ce travail de collaboration.

En effet, le schéma vient illustrer le fait que, plus la situation d'un enfant est « complexe », plus la collaboration entre les enseignants et les orthophonistes est nécessaire.

L'orthophoniste tient donc une place non négligeable dans le parcours de santé d'un enfant avec des difficultés d'apprentissages : sa position d'expert de troubles des apprentissages comme sa capacité à poser un diagnostic justifie une démarche de prévention auprès des enseignants.

VERS LA CONSTRUCTION D'UN OUTIL – HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

1 Problématique et hypothèses

1.1 Problématique

Malgré des rapports ministériels alarmants, malgré la volonté de mieux former les futurs enseignants (Villani, Torossian, 2018), la dyscalculie reste un trouble des apprentissages encore méconnu des enseignants. L'orientation vers une prise en charge orthophonique reste encore souvent tardive, quand l'enfant est déjà en classe élémentaire.

Notre démarche a conduit à répertorier ce qui existe et questionner la nécessité de créer un nouveau document d'information à destination des enseignants de maternelle avec pour but de les informer et de les inciter à repérer les signes d'alerte pouvant évoquer une dyscalculie. En cas de difficultés persistantes, l'enseignant pourrait aussi conseiller les parents sur l'orientation vers une prise en charge orthophonique.

En quoi l'édition d'un document d'information à destination des enseignants de maternelle fournirait-il à ces derniers des repères à prendre en compte dans leurs gestes professionnels mais aussi des indices pour aiguiller la famille vers un premier bilan orthophonique ?

1.2 Hypothèses

Pour répondre à cette problématique, nous posons les hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : il n'existerait pas actuellement de document satisfaisant concernant la prévention des enfants à risque de dyscalculie, à destination des enseignants de maternelle.

Hypothèse 2 : la création d'un site internet serait la forme la plus adaptée pour ce document de prévention. Ce document serait réalisé à l'aide de la partie théorique de ce mémoire, des travaux de Landais (2016) et Barazer (2018) pour le contenu, et le Guide HAS (2008) fournirait les aspects formels.

Hypothèse 3 : une meilleure information des enseignants de maternelle sur la dyscalculie conduirait à un meilleur repérage des élèves à risque de dyscalculie et en cas de besoin, à une prise en charge orthophonique plus précoce de ce trouble.

2 Analyse de la première hypothèse : des documents de prévention sur la dyscalculie insatisfaisants

Qu'en est-il des documents déjà existants ? Nous avons tenté d'évaluer leur pertinence, en nous appuyant sur les travaux effectués par deux étudiantes en orthophonie (Landais, 2016) et (Barazer, 2018).

2.1 Étude des documents d'information sur la dyscalculie : Landais (2016)

Plusieurs documents disponibles sur internet et de qualité variable s'intéressent à la dyscalculie. Landais, dans son mémoire de fin d'études en orthophonie (Landais, 2016, p.42) en recense dix, rédigés par des instances académiques (Inspection académique du Gard, Académie de Toulouse, ministère de l'Éducation Nationale), universitaires (mémoire de D.U.) ou du secteur de la santé (Inpes, Société française de pédiatrie, Fédération Nationale des Orthophonistes). L'analyse de ces différents supports révèle deux critiques importantes : d'une part, ils ne font pas la distinction entre dyscalculie et trouble logico-mathématique, ce qui entretient une confusion auprès des enseignants. Rappelons en effet que depuis 2013, le terme employé dans la nomenclature des orthophonistes est celui de « cognition mathématique » (BO n°32 du 5 septembre 2013). Or, ce changement de terminologie est nécessaire pour mieux faire comprendre les connaissances actuelles sur le développement du nombre chez l'enfant (Ménissier, 2017).

D'autre part, les signes d'alerte ne sont pas développés précisément. Pourtant, le repérage des difficultés se fait en majorité par les enseignants, qui alertent ensuite les parents (circulaire interministérielle du 31-01-2002) : « dès l'école maternelle, la manifestation de difficultés requiert la vigilance et un ajustement de l'action pédagogique ».

Afin d'agir sur les erreurs de définition et de pallier le peu d'informations sur les signes d'alerte, une brochure destinée aux enseignants du 1er degré a été réalisée (Landais, 2016). Celle-ci concerne surtout les élèves de l'école élémentaire. Ainsi pour les signes précurseurs en maternelle, seuls trois signes d'alerte sont établis, à l'aide du Tedi-Math (Van Nieuwenhoven, Grégoire, Noël, 2001) : en moyenne section de maternelle (MS), la connaissance du début de la comptine numérique, en grande section (GS), la connaissance de la comptine numérique jusqu'à 31, et en fin de GS, le repérage par l'élève de chiffres parmi des lettres et d'autres symboles écrits. De plus, la brochure de Landais ne contient pas de modèle théorique, pourtant

« il est plus efficace d'améliorer les aptitudes d'un enfant en en comprenant les bases théoriques sous-jacentes » (Guedin, 2017). Enfin, sa rubrique « parcours et aménagements » propose des pistes d'ordre général, telles que « donner les consignes à l'oral » ou « mettre à disposition du matériel pour la manipulation », sans spécifier d'activités selon le niveau de l'enfant. L'analyse des documents d'information de Landais a mis en évidence que les documents disponibles contiennent des erreurs ou des lacunes. La création de sa brochure (2016), davantage tournée vers la dyscalculie au primaire, reflète la nécessité de créer un document plus spécifique pour les enseignants de maternelle.

2.2 La revue de littérature : Barazer (2018)

En 2018, un mémoire d'orthophonie procède à une revue de littérature de dix-neuf documents d'information sur la dyscalculie (Barazer, 2018). Son travail souligne également plusieurs critiques :

- certains sont obsolètes au regard des données actuelles, notamment en ce qui concerne la définition de la dyscalculie dans le DSM-V, postérieure à 2015. Dans six documents, la définition de la dyscalculie est associée au trouble logico-mathématique, ce qui entretient une confusion déjà soulignée par Landais (2016).
- d'autres ne citent pas suffisamment leurs sources, ne mentionnent pas toujours la date ou les rédacteurs et ne donnent pas d'informations complémentaires.
- seize documents d'information sur dix-neuf ne contiennent pas de glossaire.
- plusieurs n'évoquent pas les troubles associés, les signes d'alerte, les repères développementaux et la conduite à tenir, ou ne proposent pas d'activités de remédiation.
- certains documents sont longs, parfois trop généralistes et ne s'adressent pas exclusivement aux enseignants : Santé HAS se veut exhaustif. Il est bien documenté mais comporte 60 pages, ce qui pourrait décourager un enseignant souhaitant une information plus accessible sur le domaine précis de la dyscalculie. De plus, son absence de glossaire nuit à la clarté du document.
- les explications théoriques sont parfois absentes ou trop peu explicites.
- aucun document ne se consacre exclusivement à la maternelle : tous traitent à la fois de la dyscalculie en maternelle et en élémentaire. Les informations dédiées aux enfants de classe de maternelle sont présentes mais souvent succinctes, ce que souligne le CNESEO : « trop peu d'outils sont élaborés à destination des enseignants de maternelle, tenant compte des spécificités des jeunes enfants et des apprentissages numériques à leur niveau » (2015, p.22).

- enfin, le public visé n'est pas toujours celui du monde enseignant. Le guide CNSA est destiné aux équipes pluridisciplinaires des MDPH, le guide INPES se veut « guide ressources » pour les parents d'un enfant porteur de troubles dys, le guide AVS vise une information à destination de ces professionnels. Le livret de l'APAJ sur les troubles dys se veut utile aux parents, aux professionnels de l'Éducation Nationale et aux professionnels de santé. D'autres documents ne précisent pas le public concerné, or selon le guide élaboré par la HAS, définir le public ciblé correspond à l'une des étapes-clés de l'élaboration d'un document écrit (Guide HAS, 2008, p.14). En effet, se pose la question d'un vocabulaire adapté au public visé : la formulation sera différente selon que l'on souhaite informer des professionnels médicaux ou des enseignants.

2.3 Des documents d'information inadaptés ou incomplets

2.3.1 *Le vocabulaire utilisé*

Nous ajouterons aux précédentes remarques une analyse sur le style, parfois peu adapté à des enseignants. Citons ainsi un extrait de Numératie (2008), document d'information à destination des éducateurs de la petite enfance. Au sujet de la Ligne Numérique Mentale (LNM), le lecteur apprend que : *« la droite numérique mentale appuie l'acquisition de la règle de l'incrémentation, qui décrit la manière dont l'addition ou la soustraction modifie la valeur cardinale de l'ensemble, et par conséquent, la déplace dans le sens croissant ou décroissant sur la droite numérique. »* La complexité de la phrase, tant au niveau de la structure que du lexique, compromet l'intelligibilité de l'information.

Le pays destinataire du document d'information peut aussi comporter des spécificités idiomatiques : parmi les documents étudiés par Barazer (2018), deux ont été rédigés par des pays francophones, le Québec pour Numératie (2008) et la Suisse pour l'article de l'Anae (Dyscalculie : et si les enseignants reprenaient la main ?, 2012). Numératie emploie le mot de « trottineurs » (p.6) pour parler des enfants en-dessous de trois ans, l'article de l'Anae le terme « gymnase », utilisé pour « enseignement du secondaire ». Ces différences linguistiques, si elles ne nuisent pas à la compréhension globale du document, peuvent néanmoins gêner le lecteur non originaire de ces pays.

2.3.2 Des informations trop succinctes

Même le document le plus récent et le plus complet au niveau théorique (Santé HAS, 2018) n'apporte pas les réponses que pourrait attendre un enseignant cherchant des informations sur la dyscalculie. Le parcours de santé d'un enfant avec des troubles des apprentissages est très bien détaillé mais les notions concernant les élèves à risque de dyscalculie restent succinctes. Sur l'ensemble du document de 60 pages, les éléments se rapportant à la dyscalculie s'intitulent « difficultés d'apprentissage du calcul », appellation un peu réductrice au regard de la complexité de la dyscalculie. Les indications sont regroupées dans un tableau synthétique de quatre cases.

Tableau 3. Difficultés d'apprentissage du calcul

Quand s'inquiéter ?	Signes d'appel	Actions à mettre en œuvre
Grande section de maternelle	<p>L'élève a des difficultés d'accès au symbole.</p> <p>L'élève n'acquiert pas la chaîne numérique orale et fait beaucoup d'erreurs dans son comptage</p> <p>L'élève a des difficultés à dénombrer une collection d'objets en pointant du doigt un ensemble d'éléments</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Réponse pédagogique +++ si la difficulté est isolée (pas de trouble du langage oral qui nécessite un bilan orthophonique - ou un trouble du geste qui nécessite un bilan psychomoteur et/ou ergothérapeutique) - En informer les rééducateurs si enfant est suivi
Primaire	<ul style="list-style-type: none"> -Vérifier les acquisitions lors des grandes étapes du développement du nombre et calcul -Toute difficulté persistante sur le nombre ou le calcul, surtout si trouble associé du langage oral, langage écrit ou praxie, ou antécédents familiaux /personnels 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation de première intention o Réponse pédagogique si trouble modéré et isolé o Bilan orthophonique spécialisé de la dyscalculie et du raisonnement la cognition mathématique (NGAP) et bilan neuropsychologique du contexte cognitif (raisonnement, langage, fonctions praxiques) si persistant malgré la remédiation pédagogique) (au plus tard en fin de CE2)

Trois signes d'appel, peu détaillés, sont recensés pour la GS. Les phrases, volontairement courtes dans un souci de concision, participent aussi aux lacunes du document. A titre d'exemple, revenons sur les termes suivants :

- accès au *symbole* : le lecteur doit inférer que le terme renvoie aux codes arabe et oral, qui sont des codes symboliques du nombre. Mais recouvre-t-il le code oral, le code arabe, les deux ? S'agit-il uniquement d'un problème d'accès ou de représentation symbolique ?

- *erreurs* : de quel type d'erreurs s'agit-il et à quel moment s'inquiéter ? En effet, l'erreur fait partie de tout processus d'apprentissage.

- le mot *difficultés*, dans la première et troisième phrase, recouvre de nombreuses réalités.

Cette brièveté nous semble un obstacle pour le repérage alors que des études ont montré les intérêts d'une intervention précoce auprès des élèves en difficulté. En effet, les compétences

arithmétiques précoces influencent les apprentissages à court et moyen terme (Fayol et al. 2017). Par comparaison, le tableau récapitulatif consacré aux difficultés du langage écrit fournit des informations beaucoup plus développées, confirmant ce que Guedin écrivait déjà en 2013 : « en dépit de la médiatisation de la dyslexie par le travail des associations de parents et par les émissions de télévision, la dyscalculie reste plus méconnue du grand public et même des enseignants » (Guedin, 2013).

2.4 Validation de l'hypothèse 1

Rappel de l'hypothèse 1 : il n'existerait pas actuellement de document satisfaisant concernant la prévention des enfants à risque de dyscalculie, à destination des enseignants de maternelle.

Notre démarche d'étude de documents existants prouve que la création d'un document d'information à destination des enseignants se justifie. En effet, nous avons montré, via l'analyse de certains documents disponibles sur la dyscalculie qu'ils ne sont actuellement pas satisfaisants, surtout quand ils disent s'adresser à des enseignants. Notre appui sur l'analyse de dix-neuf documents de prévention par Barazer (2018) renforce notre hypothèse. Nous partageons avec Barazer que les documents disponibles sur la dyscalculie sont incomplets, obsolètes ou contiennent des erreurs. Beaucoup ne s'adressent pas à des enseignants mais à des professionnels de santé : leur contenu est parfois trop dense et complexe. D'autres documents sont en revanche très succincts, voire réducteurs (Barazer, 2018). De plus, nous avons montré que le contenu des enseignements en formation et le nombre d'heures consacrées à la dyscalculie, en formation continue ou initiale, chez les enseignants spécialisés ou non, révèlent un manque important. La conséquence est manifeste, elle se traduit par un manque de connaissances sur la dyscalculie, trouble des apprentissages, par ailleurs moins connu que d'autres troubles, tels que la dyslexie. Les rencontres avec des enseignants en formation ont solidifié ce constat.

Il est donc pertinent de concevoir un document d'information à destination des enseignants, afin de mettre à leur disposition des informations générales sur la dyscalculie (notions théoriques) mais aussi des informations plus spécifiques concernant le rôle de l'orthophoniste, des éléments pour repérer les enfants à risque ou encore des suggestions d'activités. Se pose alors la question de l'accessibilité des informations.

3 Analyse de la seconde hypothèse : le projet de création d'un document numérique

Hypothèse 2 : la création d'un site internet semble la forme la plus adaptée pour ce document de prévention. Notre expérimentation a respecté différentes étapes :

- l'analyse des documents existants sur la dyscalculie à l'aide des travaux de Barazer et Landais afin de démontrer leurs lacunes (cette analyse a été effectuée dans la partie précédente).
- la rencontre avec des enseignants spécialisés afin d'évaluer leurs besoins
- les éléments retenus pour la réalisation du document
- le choix du document numérique et sa réalisation
- son évaluation par les enseignants à l'aide d'un questionnaire d'appréciation
- les modifications effectuées suite à l'analyse du questionnaire d'appréciation
- la diffusion du document numérique

3.1 Proposition aux enseignants spécialisés de la création d'un site internet

L'objectif étant de favoriser les échanges avec les enseignants spécialisés (enseignants Cappei à dominante pédagogique) et de partir de leurs besoins, deux rencontres ont été programmées entre octobre et décembre 2018.

Nous avons rencontré les enseignants spécialisés une première fois, au mois d'octobre 2018, à l'ESPE de Nantes, dans le cadre de leur formation initiale. Une vingtaine d'enseignants spécialisés était présente, ainsi qu'une dizaine à l'ESPE du Mans, l'intervention étant transmise par visioconférence.

3.1.1 Partage et diffusion des connaissances : la présentation théorique

Cette première rencontre en octobre 2018 s'inscrit dans le parcours de formation des enseignants Cappei. Intitulée « Axe 2 Mathématiques conséquences pédagogiques et didactiques », elle repose sur l'intervention d'une orthophoniste, Laëtitia Barazer, venue présenter le travail réalisé lors de son mémoire de fin d'études. Dans un premier temps, L.

Barazer a donné des explications sur la dyscalculie, puis les enseignants ont pu exprimer leurs besoins et leurs questionnements. Il a émergé de cette rencontre plusieurs points intéressants :

- les enseignants spécialisés n'ont pas de connaissance théorique sur la dyscalculie. Le Triple Code notamment, leur est étranger. La densité de la présentation orale ne leur a d'ailleurs pas permis de se l'approprier complètement. Nous avons évoqué précédemment la réflexion de Guedin (2017) sur le sujet, à savoir que « peu d'enseignants sont conscients des découvertes en neurosciences et psychologie du développement cognitif de l'enfant avec l'évolution de la pédagogie » (Guedin, 2017). Les programmes de l'école maternelle, lorsqu'ils détaillent les objectifs du domaine « construire le nombre », expliquent que « la construction de nombre s'appuie sur la notion de quantité, sa codification orale et écrite » (MEN, 2015). Toutefois, il n'y pas de référence explicite aux codes (analogique, oral, arabe) ni aux liens qu'ils entretiennent entre eux.

- les enseignants ont apprécié les explications sur les signes d'alerte. En effet, leur fonction de personne ressource les amène à évaluer, dans leur pratique, les difficultés auxquelles sont confrontés les élèves. Les points de vigilance abordés lors de cette présentation sont pour eux des repères sur lesquels ils pourront s'appuyer.

Ces deux notions sont donc développées dans notre document d'information.

3.1.2 Des demandes concernant les difficultés mathématiques

Lors du second temps de cette présentation, les enseignants spécialisés ont recensé les demandes qu'ils avaient reçues des professeurs des écoles concernant les difficultés en mathématiques. De nombreuses demandes concernent les acquisitions mathématiques, et non plus seulement le langage écrit. Celles-ci portent sur :

- des outils d'évaluation succincts pour évaluer les compétences numériques des élèves
- la construction du nombre
- l'apprentissage de la comptine numérique qui demeure instable
- la difficulté de passer à l'abstraction
- les techniques opératoires
- la numération
- la construction du concept d'unités/dizaines/centaines
- la résolution de problèmes

Nous avons recueilli ces demandes afin de pouvoir répondre aux besoins des enseignants et de pouvoir intégrer des éléments de réponse dans le document d'information.

3.2 Déterminer le contenu du document d'information

3.2.1 *Choix du titre et des rubriques*

Nous avons opté pour un titre à la fois court et informatif : « dyscalculie en maternelle ». Même s'il s'agit plus précisément dans notre document d'information des enfants « à risque de dyscalculie », et non d'enfants ayant reçu un diagnostic de dyscalculie, il nous a semblé important de rassembler dans le titre les deux aspects importants de notre travail de prévention : le thème ainsi que le public concerné. De plus, un tel titre correspond aux mots-clés qu'un enseignant souhaitant s'informer sur ce trouble des apprentissages inscrirait dans un moteur de recherche.

En ce qui concerne les rubriques, nous avons retenu comme nécessaires les points suivants :

- la date de création du site, la mention des participants, les sources, les informations complémentaires.
- la définition de la dyscalculie avec des informations sur la prévalence et les troubles associés, les conséquences sur les apprentissages et la vie quotidienne.
- la présentation d'un modèle théorique, à savoir le Triple Code (Dehaene et Cohen, 1995).
- les notions à construire ou les repères développementaux concernant l'enfant.
- le repérage des signes d'alerte ou signes précurseurs.
- la conduite à tenir : différence entre diagnostic et dépistage, orientation vers des professionnels et notamment des orthophonistes, aides et ressources possibles.
- les aménagements ou proposition d'activités.
- un glossaire afin que les enseignants puissent retrouver les explications des termes scientifiques.

Ces informations ont été regroupées en neuf rubriques.

3.2.2 *Organisation des rubriques*

a) *les apports théoriques*

La hiérarchisation des informations s'est faite du plus théorique au plus concret et du plus général au plus spécifique. Ainsi, nous avons commencé logiquement par définir le thème de

notre sujet, la dyscalculie, à l'aide de la définition élaborée dans la partie théorique de ce mémoire (cf. parties 2.1 et 2.2). Cette définition est complétée par la présentation de quelques troubles associés, les plus susceptibles d'être rencontrés par des enseignants, à savoir la dyslexie, le TDAH, la mémoire de travail, l'anxiété, la précocité. Vient ensuite une présentation du Triple Code, indispensable pour que les professeurs des écoles puissent appréhender les difficultés des élèves et évaluer à quel niveau elles se situent (cf. partie 1.1 de notre travail). Enfin, chaque notion théorique est définie dans un glossaire à la fin du document. Ces définitions, rédigées à l'aide des cours de cognition mathématique de notre cursus universitaire, permettent de s'appuyer sur un langage commun, nécessaire pour une démarche de collaboration. Un mémoire d'orthophonie souligne en effet que le langage utilisé en mathématique par l'école et par l'orthophonie n'est pas toujours le même puisque l'approche théorique lors de l'apprentissage du métier est différente, l'une sur une base mathématicienne et l'autre sur une base cognitive des mathématiques (Loterie, 2018).

b) le quiz

Afin de permettre l'appropriation par les professeurs des écoles de ces notions qu'ils conçoivent, ont-ils dit, comme primordiales, nous avons imaginé un quiz. Constitué de 7 questions, il invite l'enseignant à trouver quel est le code évalué à travers les tâches demandées aux élèves. Le contenu des questions repose sur une sélection d'exercices issus des évaluations nationales d'entrée au C.P de 2018 (MEN, 2018) et de 2017 (MEN, 2017). En effet, ces exercices font appel aux habiletés mathématiques de base et vérifient l'appropriation par l'élève des codes analogique, oral et arabe, ainsi que le transcodage d'un code à l'autre, sans toutefois nommer ces notions. Ainsi, l'exercice 1 est associé à la compétence « lire des nombres entiers », l'exercice 2 à la compétence « associer des collections » (évaluation de 2018). Il nous a semblé intéressant d'examiner ces exercices sous l'angle du Triple Code afin de savoir précisément la nature des difficultés. Ce quiz permet une appropriation du vocabulaire utilisé autour du Triple code : en effet, les termes de code oral, arabe et analogique ne sont pas utilisés tels quels dans les textes officiels de l'Éducation Nationale, il est noté dans les programmes que la « construction du nombre s'appuie sur la notion de quantité, sa codification orale et écrite, l'acquisition de la suite orale des nombres et l'usage du dénombrement » (MEN, 2018).

Lorsque le participant a terminé le quiz, son score s'affiche. Néanmoins, plus que la réussite ou non au quiz, c'est la réflexion autour du Triple Code qui se révèle intéressante. A cet effet,

nous avons complété la correction des questions par des explications concrètes sur ce qui était évalué. Au final, le but recherché par ce quiz est bien la mise en lien entre les activités ou évaluations proposées par un enseignant dans sa classe, les notions théoriques sur la construction du nombre et les difficultés éventuelles rencontrées par l'enfant.

c) les éléments de repérage

Nous avons souhaité donner des repères développementaux sur l'acquisition du nombre de la naissance à six ans (cf. partie 1.2 et 1.3 de ce mémoire). Ces repères permettent de lister quelques signes d'alerte, afin de guider l'enseignant vers un meilleur repérage des élèves à risque de dyscalculie.

L'amélioration du repérage, du dépistage et de la prise en charge précoce des troubles des apprentissages est une volonté de santé publique, permettant d'améliorer le parcours de santé de l'enfant (Guide HAS, 2017, p.10). Il nous a semblé important de définir clairement ces trois notions dans une rubrique dédiée. En effet, les enseignants, s'ils disent avoir conscience de leur rôle de dépistage des difficultés d'apprentissage des enfants, font parfois l'amalgame entre dépistage et diagnostic (Brulon, 2018). Le repérage appartient majoritairement aux professeurs des écoles, qui sont souvent les premiers à repérer les difficultés des élèves, à alerter les parents et à suggérer un bilan orthophonique. L'objectif de ce bilan, du ressort de l'orthophonie, est d'une part de poser un éventuel diagnostic de dyscalculie et d'autre part de comprendre le profil numérique de l'enfant, c'est-à-dire ce qu'il maîtrise et ses lieux de difficultés, de manière à identifier le projet thérapeutique (Noël, 2017). Enfin, cette rubrique rappelle que les relations des enseignants avec les rééducateurs tels que les orthophonistes doivent être instaurées par l'intermédiaire de la famille (Guedin, 2013, p.46).

d) les aménagements ou propositions d'activités

Les idées développées dans cette rubrique s'appuient sur l'article de Nolwenn Guedin consacré à des pistes de remédiation pour des progrès sur les compétences mathématiques (Guedin, 2017) ainsi que sur les cours de cognition mathématique de master 2. Pour ces élèves à risque de dyscalculie, l'enjeu sera d'installer des stratégies efficaces pour créer les invariants nécessaires à la création du nombre (Guedin, 2013, p.32). Nous avons choisi de présenter ces activités en lien avec le modèle théorique du Triple code, afin de mettre en évidence, en fonction de l'enfant,

le code le plus facile pour entrer dans les apprentissages et afin de pouvoir identifier le code qui pose problème (oral, arabe, analogique).

La plupart des activités sont proposées sous forme de jeux, de situations concrètes avec le recours à la manipulation. En effet, le jeu, « médiateur motivationnel puissant », (Guedin, 2013, p.38) permet « une multiplicité d'expériences sensorielles, motrices, affectives, intellectuelles (...) et c'est par lui que l'enfant construit ses acquisitions fondamentales » (MEN, BO du 14 février 2002). De plus, les enfants de 3 à 6 ans résolvent mieux les situations-problèmes lorsque celles-ci sont facilement « imaginables », présentées sous format non-verbal plutôt que verbal (Fayol, 2015, p.29).

e) sources d'information

Tout document se devant de mentionner clairement les sources d'information, nous avons donc intégré une rubrique contenant à la fois une bibliographie, des sources complémentaires et la possibilité d'entrer en contact avec l'auteur du document par le biais d'un formulaire.

3.3 Choix du support : un document d'information numérique

3.3.1 Objectifs du document d'information

Plusieurs fonctions sont inhérentes à la création de ce type de document qui satisfait une demande d'information ou complète une information orale. Il peut être utilisé « dans des démarches explicites de promotion de la santé » afin de « renforcer les connaissances du patient ou de l'utilisateur ». (Guide HAS, 2008). C'est cette démarche de diffusion de connaissances auprès des professeurs des écoles de maternelle qui a guidé la réalisation du site internet, afin de les aider dans un repérage précoce des enfants à risque de dyscalculie. En effet, une meilleure compréhension des troubles dyscalculiques permettrait « l'identification des enfants qui en souffrent et le développement d'interventions plus adaptées à leurs difficultés » (Lafay, 2017, p.85). Nos objectifs reprennent les étapes-clés détaillées dans Guide HAS, à savoir l'analyse de la pertinence de la demande, la définition du thème, du public et du type de document ou encore l'élaboration d'une stratégie de diffusion (*cf.* annexe 1).

3.3.2 Présentation et rédaction du document d'information numérique

Pour élaborer un document d'information, il est conseillé de s'appuyer sur « les préférences des patients et des usagers en matière de présentation des documents écrits » (Guide HAS, 2008). Ces préférences ont été interrogées lors d'un questionnaire adressé à 69 professeurs des écoles (Landais, 2016). 60 % avaient émis le souhait d'une formation sur la dyscalculie, irréalisable dans le cadre de ce mémoire. En seconde position, la brochure numérique apparaissait avec 58,5 %. Nous avons retenu cette option, avec la création d'un site internet permettant une diffusion rapide et facile ainsi qu'une réactualisation au regard des nouvelles données scientifiques. Un lien vers un document pdf à télécharger et à imprimer favorise cette articulation entre support papier et internet (Guide HAS, p.24).

Le choix de la présentation

L'aspect esthétique s'est imposé comme une priorité pour accrocher le lecteur et l'inciter à parcourir le site, que nous souhaitons dynamique et joyeux. Le recours à une infographiste professionnelle nous a semblé judicieux : son intervention a porté sur le choix des couleurs et de la police. Elle a aussi créé un visuel attractif pour la page d'accueil, en jouant avec les chiffres : ceux-ci se superposent aux lettres du mot dyscalculie. Le positionnement inversé (le « 3 » et le « 2 » sont à l'envers) peut symboliser l'expression de ce trouble des apprentissages. En référence à la comptine numérique, nous avons opté pour une organisation en neuf rubriques. Le traitement graphiste a consisté à superposer un autre chiffre, d'une teinte plus claire, suggérant là encore une difficulté pour l'acquisition du nombre, en l'occurrence du code arabe. Concernant la présentation du document, nous avons souhaité inclure de nombreux schémas et photographies pour illustrer l'information. En effet, les grandes masses de texte sont peu engageantes (Guide HAS, p.22). L'insertion de schémas, notamment pour les concepts liés au Triple Code, apporte un éclairage sur les notions théoriques. Les photographies participent également à rendre agréable le document et suivent une disposition équilibrée. Extraites d'une banque d'images gratuites, elles permettent de rendre plus concret le contenu, par exemple pour les propositions d'activités.

3.4 Validation de l'hypothèse 2

Rappel de l'hypothèse 2 : la création d'un site internet semble la forme la plus adaptée pour ce document de prévention.

Les enseignants que nous avons rencontrés sont effectivement demandeurs d'informations sur le trouble des apprentissages encore méconnu de la dyscalculie, et plus spécifiquement sur des éléments de repérage des difficultés. Ils souhaitent en grande majorité un document d'information sous forme de brochure numérique, ce qui consolide un des résultats de la recherche de Landais (2016). Ce type de support nous a alors donné une grande liberté dans la création du document : mise en page attractive, diversité des images, ajouts de vidéos, de photos, de schémas explicatifs ou encore de liens vers d'autres sites en rapport avec la dyscalculie. De plus, il permet de réactualiser en temps réel les informations, et d'éviter des données obsolètes. Il s'agissait d'un des reproches des documents étudiés par Barazer, où elle signalait des informations devenues erronées sur la dénomination de la dyscalculie ou sur la terminologie relative à la prise en charge des troubles de la cognition mathématique. Enfin, les informations sont aisément diffusables et plus efficacement qu'avec un support papier.

Notre seconde hypothèse trouve sa confirmation. La construction du document numérique selon les critères énoncés précédemment mais aussi la motivation des enseignants à s'associer au projet montrent qu'il répond aux besoins des enseignants. Maintenant, il s'agit de déceler l'impact d'un tel document sur un meilleur repérage des enfants à risque de dyscalculie.

4 Analyse de la troisième hypothèse

Hypothèse 3 : une meilleure information des enseignants de maternelle sur la dyscalculie conduirait à un meilleur repérage des élèves à risque de dyscalculie et en cas de besoin, à une prise en charge orthophonique plus précoce de ce trouble.

4.1 Une démarche de collaboration avec des enseignants

Afin de pouvoir confirmer notre hypothèse, nous avons souhaité associer les enseignants à notre projet de création du document d'information. En effet, il est établi que la scolarisation d'un élève en difficulté d'apprentissage nécessite une étroite collaboration entre les enseignants et les rééducateurs du milieu paramédical. « Elle passe par « une capacité d'écoute de qualité, pour prendre en compte les attentes des partenaires (...) et se concrétise par la réalisation de projets et d'objectifs définis ensemble » (Guedin, 2013).

4.2 Recueil des attentes des enseignants

A l'issue de la présentation théorique par L. Barazer, nous avons pu présenter la proposition de créer un document numérique à destination des enseignants de maternelle, sur les élèves à risque de dyscalculie. Nous avons posé plusieurs questions aux enseignants présents, à savoir ce qu'ils souhaitaient trouver dans ce document, sous quelle forme et s'ils souhaitaient participer à sa création en suggérant des commentaires. Deux documents d'information, Santé Has (2018) et Numératie (2008) ont été mis à leur disposition pour qu'ils puissent les consulter. Les enseignants ont trouvé le document Guide Has peu adapté à leurs questionnements, de par sa longueur et sa complexité. Plusieurs éléments de Numératie ont été jugés intéressants, notamment les repères développementaux. Toutefois, la présentation du document a été jugée également très dense. Concernant la future réalisation du document d'information, les enseignants ont émis sur le contenu les souhaits suivants :

- les points de vigilance et les signes d'alerte, présentés de façon claire et détaillée
- la possibilité de trouver des réponses aux difficultés de l'enfant, en fonction de sa situation
- la question de la remédiation avec la présentation de différents outils

4.2.1 *Collaboration avec des enseignants spécialisés*

Quatre enseignants se sont portés volontaires pour faire un retour sur le document d'information, lorsqu'une première maquette leur serait présentée. Ces enseignants déjà en fonction en école maternelle ou élémentaire préparent une formation supplémentaire afin d'obtenir le Cappei. Cette formation est organisée à l'intention des enseignants qui exercent dans un établissement scolaire accueillant des élèves présentant des besoins éducatifs particuliers liés à une situation de handicap, en grande difficulté scolaire ou à une maladie (MEN, B.O du 16 février 2017). Ils sont donc particulièrement sensibles aux troubles des apprentissages et très motivés par notre démarche.

4.2.2 *Première présentation du document numérique*

En décembre 2018, une première version du document numérique a pu être finalisée et mise en ligne. Nous avons pu échanger de vive voix avec quatre enseignants spécialisés Cappei déjà

présents lors de la première présentation, sur l'ensemble des rubriques pendant une durée d'une heure trente environ.

Cette rencontre s'est déroulée dans une salle informatique de l'ESPE de Nantes afin que chaque enseignant puisse découvrir le site sur un écran d'ordinateur individuel. Cette mise à l'épreuve a permis de mettre en avant les points forts et les points faibles de notre travail. Les enseignants ont particulièrement apprécié :

- le fait de pouvoir directement aller sur les autres sites grâce à un lien externe. Par exemple, dans la rubrique « propositions d'activités », la référence aux cartons-flash de Brissiaud donne accès, lorsqu'on clique sur le mot, à un site qui permet d'imprimer ces cartons. Tous ont fait part de leur manque de temps pour proposer des adaptations et pouvoir les réaliser : le renvoi direct vers d'autres sites est donc un atout précieux.
- le glossaire : la possibilité d'avoir les définitions des termes a été jugée étayante.
- l'aspect visuel du site (illustrations, schémas, photographies, vidéos) a été mis en avant et participe à une lecture agréable.

4.2.3 Modifications effectuées

Suite à leur demande, nous avons rajouté des liens externes vers d'autres sites, leur permettant ainsi d'enrichir leurs réflexions. Nous avons opté pour les sites suivants : une explication de l'Estimateur, un site fournissant une liste de comptines permettant de s'approprier les nombres, un site offrant la possibilité d'imprimer des cartes avec des configurations de dés, de points, de doigts ou de chiffres.

D'autres modifications concernaient la mise en forme et ont pu être effectuées : meilleur contraste des couleurs, renvois aux mots à définir à mettre en couleur, agrandissement des schémas présentés.

Cette rencontre a été l'occasion de dialoguer de manière constructive avec le rôle des enseignants spécialisés auprès des enfants avec un trouble des apprentissages.

4.3 Mise à l'épreuve du document numérique avec le questionnaire d'appréciation

Après l'élaboration d'un document d'information, Guide Has recommande de tester la compréhension et la présentation auprès d'un échantillon d'utilisateurs, cette étape étant décrite

comme essentielle (Guide Has, 2008, p.14). Nous avons donc procédé à une première diffusion du site auprès de professeurs des écoles, accompagné d'un questionnaire de satisfaction.

Le recrutement des enseignants s'est fait par un courrier électronique, auprès des enseignants spécialisés de l'ESPE de Nantes, par le biais de connaissances personnelles ou par le biais de forums d'enseignants. Ce courrier contenait le rappel de notre démarche, un lien vers la première version du site ainsi qu'une invitation à remplir en ligne le questionnaire, situé dans la dernière rubrique du site.

L'objectif du questionnaire d'appréciation vise à recueillir les avis des usagers sur le contenu et la forme du document afin d'identifier les adaptations nécessaires : le message a-t-il été compris ? L'information peut-elle être retrouvée facilement et rapidement ? Il permet aussi d'évaluer son impact sur les professeurs des écoles : le document a-t-il répondu à leurs attentes, est-il pratique et utile ? (Guide Has, p.26-28). Ce questionnaire comporte quinze questions, principalement fermées, avec trois types de réponses : à choix unique, à choix multiple ou à choix multiple avec hiérarchisation des réponses. Les professeurs pouvaient justifier leurs réponses dans une partie « commentaires ». Le temps de réponse à ce questionnaire n'excède pas 5 minutes, afin de ne pas surcharger la lecture du site, qui pouvait requérir une durée déjà importante.

4.3.1 Organisation du questionnaire d'appréciation

Le questionnaire a été organisé en quatre parties (annexe 2).

- les renseignements sur les professeurs des écoles : nous souhaitons connaître le pourcentage de professeurs des écoles et celui des professeurs spécialisés. Plusieurs professeurs des écoles en primaire ayant eu connaissance du site et ayant souhaité participer au questionnaire, nous avons ajouté une case les concernant. Il nous a semblé intéressant de recueillir leur avis, dans la mesure où les habiletés numériques de base ont une influence sur les apprentissages ultérieurs (Fayol, 2018).

- les questions sur la présentation du site internet nous ont permis d'évaluer son aspect visuel (photographies, illustrations), sa lisibilité, son organisation ainsi que la mise en valeur des informations importantes.

- le contenu du site internet : les questions portaient sur l'évaluation des différentes rubriques, le vocabulaire utilisé et la clarté des informations. Les enseignants pouvaient apporter des commentaires supplémentaires.

- les questions sur l'impact du site internet nous a permis d'estimer son intérêt pour la pratique professionnelle.

Une dernière question ouverte permettait aux professeurs de faire des remarques ou de suggérer des améliorations.

4.3.2 Analyse des résultats

a) présentation des professeurs des écoles

Les 22 enseignants ayant participé au questionnaire sont professeurs des écoles, à 73,3 %. Deux sont enseignants spécialisés. On note aussi une coordinatrice en ULIS. 62% enseignent en maternelle et 39 % en élémentaire (cycle 2 et 3). Parmi les professeurs interrogés, deux enseignent en PS, cinq en MS, six en GS, d'autres ont plusieurs niveaux (*cf.* figure 1).

b) appréciation générale : forme et contenu

- la forme du site internet (*cf.* figures 2 et 3)

Cinq questions évaluaient l'aspect visuel du site, sa lisibilité, son organisation, la mise en valeur des informations ainsi que sa lisibilité. La totalité des participants a estimé que le site offrait une présentation agréable et claire. Une très grande majorité a estimé qu'il était bien organisé, à 95,2%.

- le contenu du site internet (*cf.* figure 4)

Les enseignants étaient invités à évaluer chaque rubrique de 0 (inutile) à 5 (intéressant). Pour la majorité des réponses, les rubriques sont considérées comme intéressantes puisque les notes s'échelonnent entre 4 et 5. Seule la partie « Ouvrages et liens utiles » a été notée à partir de 3. Les rubriques obtenant la meilleure note sont celles intitulées « Repères développementaux » et « Signes d'alerte », évaluées chacune à 5 par 90,4 % des enseignants. Deux enseignants auraient souhaité une grille d'observation reprenant les points évoqués dans les « Signes d'alerte » pour l'utiliser en classe. Cette évaluation positive sur les signes d'alerte confirme la nécessité d'un document de prévention, les enseignants se révélant soucieux de mieux repérer les élèves à risque de dyscalculie. La rubrique « Conduite à tenir », qui explicite le travail de

l'orthophoniste, est également plébiscitée à hauteur de 66,6 % encourageant notre volonté de mieux faire connaître le rôle de ce professionnel de santé auprès du monde enseignant.

89,6 % des enseignants jugent également la rubrique « glossaire » intéressante. Il s'agissait là aussi d'une volonté, en tant que futur professionnel de santé, d'avoir un langage accessible et précis, afin de poser les bases d'un partenariat efficace avec les autres professions.

Les enseignants sont 100% à estimer que les définitions paraissent claires, et que le vocabulaire utilisé est simple et compréhensible (*cf.* figure 5). Concernant l'exhaustivité du site, 77,3 % des enseignants sont satisfaits. 22,6 % ont estimé qu'il manquait des informations ou qu'ils ne savaient pas s'il était complet.

- l'impact du site internet (*cf.* figures 5 et 7)

Évaluer l'impact d'un document d'information est un des critères d'évaluation de notre démarche d'information et de prévention : le document est-il utile et pratique ? l'objectif est-il atteint ? les usagers sont-ils satisfaits ? (Guide Has, p. 28). Une question abordait donc l'apport ou non de nouvelles informations sur la prévention de la dyscalculie. Un enseignant a souligné qu'il connaissait déjà bien le domaine de la dyscalculie car il travaillait en « partenariat avec des orthophonistes ». Un autre aurait souhaité que le site soit complété par des informations sur les autres troubles des apprentissages. Un enseignant pose la question de la dyscalculie en cycle 2 et 3 et sur les moyens de la repérer.

La dernière question sondait les enseignants sur les possibles répercussions du document de prévention sur leur vie professionnelle. Les enseignants étaient invités à sélectionner les propositions qui leur semblaient correspondre (*cf.* figure 7).

61,9 % d'entre eux ont estimé que le document d'information permettait de mieux repérer les enfants à risque de dyscalculie. 66,6% ont répondu que le site permet d'apporter des réponses quant aux actions à mener face à un élève à risque de dyscalculie. Ce taux satisfaisant permet de remplir nos objectifs de prévention et d'information de la dyscalculie. 42,8% des enseignants ont répondu que le site aurait une influence sur leur pratique professionnelle : ce pourcentage moins élevé que pour les autres critères s'explique par le fait que nous n'avons pas pour but de modifier les pratiques enseignantes. Notre travail offre matière à réflexion sur un trouble des apprentissages, et se situe dans le domaine de la prévention et non de la pédagogie. Pour 57,1 % des enseignants, le site permettra de mettre en application les conseils proposés, notamment pour le repérage des élèves à risque de dyscalculie.

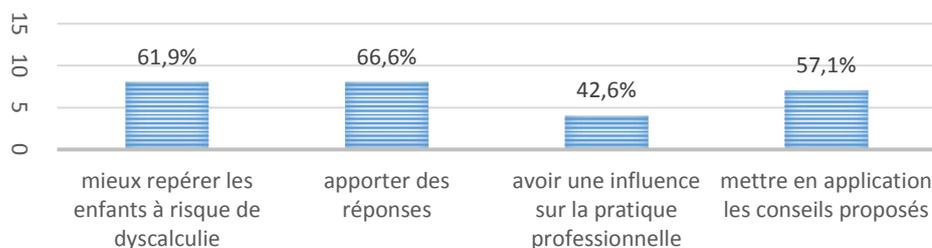


FIGURE 7. IMPACT SUR LA VIE PROFESSIONNELLE

Comme le fait remarquer une enseignante spécialisée ayant réalisé un mémoire sur la dyscalculie et l'enseignement spécialisé, « cet éclairage ne va pas nous permettre d'agir sur les sources des difficultés ; toutefois, il aide grandement à mieux comprendre l'origine des troubles. Par conséquent, ces informations nous confortent dans le souci d'imaginer des stratégies de contournement pour pallier les incapacités repérées » (Klein, 2013, p.12).

Enfin, la totalité des enseignants interrogés a répondu par l'affirmative à la question : « conseillerez-vous ce site à vos collègues ? », témoignant ainsi de leur satisfaction vis-à-vis document.

- les commentaires

Un espace permettait aux enseignants d'exprimer leurs impressions et d'apporter des suggestions d'amélioration. Les commentaires soulignent l'aspect visuel : « *le site est très clair, simple à comprendre et très bien organisé* » ou l'organisation, qui « *permet la recherche d'informations* ». D'autres rebondissent sur le contenu : « *merci pour cette mine de documents* », « *ce site permet de rester sensible à ce type de trouble, moins connu que la dyslexie* » ou sur l'impact : « *site intéressant, qui peut aider dans la pratique quotidienne* » ; « *je vais me servir de toutes vos informations pour un éclairage d'une élève de GS qui n'arrive pas à fixer le code arabe* ».

Les améliorations à apporter concernent :

- le lien à faire avec les autres troubles « dys »
- une meilleure mise en valeur des activités de remédiation par « *des encadrés ou des tirets* ».
- l'ajout du matériel Cuisenaire, absent du site, pour travailler la « *décomposition du nombre en GS* ».
- des précisions sur la mention Cappei, appellation récente (2017), et la nécessité de préciser l'ancien diplôme (CAPA-SH).

4.3.3 Modifications du site internet selon l'analyse du questionnaire

L'analyse du questionnaire de satisfaction a permis de juger de l'impact positif d'un document de prévention sur les élèves à risque de dyscalculie en maternelle. Les enseignants ont pour la plupart été satisfaits des réponses apportées par le contenu du site et par sa mise en page. Les commentaires des enseignants ont permis d'améliorer les points suivants :

- sur la forme, nous avons modifié l'aspect de la rubrique « propositions d'activités » afin de les mettre davantage en valeur.

- un lien vers les autres troubles des apprentissages a été ajouté dans la rubrique « ouvrages utiles ». Nous n'avons pas souhaité davantage détailler ces troubles puisque notre travail portait essentiellement sur la dyscalculie.

- nous avons choisi de ne pas évoquer de matériel spécifique pour travailler la décomposition du nombre.

- nous avons précisé que la mention Cappei était récente (2017).

4.4 Diffusion

Le site a été diffusé par le biais de connaissances personnelles, sur les réseaux sociaux (groupes de professeurs des écoles), ainsi qu'aux professeurs spécialisés de l'ESPE de Nantes.

Une démarche de référencement a été effectuée auprès d'un moteur de recherche afin que le document puisse être visible en inscrivant des mots-clés dans la barre de recherche, tels que « dyscalculie », « maternelle ». Il apparaît aussi sur la première page d'une recherche numérique si on inscrit les mots « Triple code » et « maternelle ». Une enseignante a relayé le document sur son blog, créé autour de sa pratique en maternelle et primaire (Angebault, 2018).

Un lien externe vers notre document a aussi été créé sur la page d'une encyclopédie collective en ligne (Wikipedia, 2018). Ce document numérique pourra aussi être un support à la discussion entre les orthophonistes et les enseignants. A ce titre, il a également été partagé avec plusieurs orthophonistes recevant régulièrement des patients pour une rééducation orthophonique de la cognition mathématique.

4.5 Validation de l'hypothèse 3

Rappel de l'hypothèse 3 : une meilleure information des enseignants de maternelle sur la dyscalculie conduirait à un meilleur repérage des élèves à risque de dyscalculie et en cas de besoin, à une prise en charge orthophonique plus précoce de ce trouble.

Le contenu de notre document d'information répond aux besoins d'information des enseignants, ainsi que le montre notre enquête, même si le nombre de réponses demeure faible. En effet, l'évaluation du document numérique par questionnaire de satisfaction a recueilli les réponses de vingt-deux enseignants. L'analyse des données quantitatives et qualitatives des réponses démontre le besoin d'une information et confirme l'intérêt de diffuser des informations sur la dyscalculie (questions 14, 15 et 16 évaluant l'impact du document). Notre document numérique participe ainsi à une meilleure connaissance de l'orthophonie et souligne également l'importance d'un repérage précoce.

Ainsi modifié grâce aux différents commentaires des utilisateurs, le site internet constitue une première étape vers la sensibilisation de la dyscalculie aux enseignants de maternelle.

DISCUSSION

L'enjeu de ce mémoire concerne la réalisation d'un document d'information et de prévention sur les enfants à risque de dyscalculie en classe de maternelle. En effet, l'analyse des documents disponibles sur la dyscalculie a montré que ces documents étaient à la fois peu accessibles aux enseignants en raison d'un vocabulaire complexe ou de leur longueur, parfois obsolètes et souvent incomplets (Barazer, 2018). À l'aide des recommandations de l'HAS (Guide Has), nous avons sélectionné les critères indispensables à la conception d'un document d'information et de prévention, à savoir des éléments théoriques, une définition s'appuyant sur les données scientifiques récentes et validées, des repères développementaux, des signes d'alerte, une conduite à tenir, des propositions d'activités ainsi que des renvois vers des documents plus détaillés ou plus généraux.

La seconde partie de ce travail a consisté à créer ce document numérique, en mettant en valeur les éléments à prendre en compte pour aider les enseignants, notamment avec la réalisation d'un glossaire et des liens vers des sites internet, permettant un accès immédiat à des informations ou du matériel de remédiation. Enfin, ce document a été testé auprès de plusieurs enseignants, à l'aide d'un questionnaire d'appréciation. Leurs commentaires ont permis des modifications et des améliorations, tant sur la forme que sur le fond du document.

Concevoir un tel document a été l'occasion d'approfondir nos connaissances sur ce trouble des apprentissages, mais aussi de percevoir l'intérêt d'une telle démarche, ainsi que ses limites.

1 Intérêt de la réalisation du site pour la profession

1.1 Un partenariat dans le respect du secret professionnel

L'objectif commun des deux professions étant l'intérêt de l'enfant, notre travail s'est placé sous le signe de la collaboration entre enseignants et orthophonistes, afin de pouvoir échanger et partager nos connaissances sur la dyscalculie. Pourtant, si la maîtrise des habiletés numériques de base peut s'envisager comme un objectif partagé, l'approche et l'inscription institutionnelle de l'orthophonie diffère de celle de l'école (Woollven, 2015). En effet, la notion d'échange et de partages d'information entre souvent en contradiction avec celle du secret professionnel, auquel est soumis l'orthophoniste, ceci afin de protéger le patient et de garantir une relation

thérapeutique de confiance. L'article 226-13 du Code Pénal soumet l'orthophoniste au secret professionnel. En tant que professionnel de santé, il a l'obligation de ne pas révéler à des tiers des informations d'ordre médical ou privé concernant la personne soignée (Ministère de la justice. Code pénal – Article 226-13, 226-13 (2002).

L'article L1110-4 du Code de Santé Publique (loi du 4 mars 2002) place le secret au rang de droit et affirme la légalité du secret partagé entre professionnels de santé.

Est considéré comme secret l'ensemble des informations concernant la personne venues à la connaissance du professionnel dans le cadre de l'exercice de sa profession.

Le partage d'information, dans le but de coopérer entre différents professionnels de santé, est autorisé à condition que l'élève/le patient ou que ses parents donnent son accord, ceux-ci étant en droit de refuser : article L1110-4 du Code de Santé Publique : « la personne est dûment informée de son droit d'exercer une opposition à l'échange et au partage d'informations la concernant. Elle peut exercer ce droit à tout moment » (Ministère de la Justice, 2002). En 2016, un décret permet d'échanger des informations entre professionnels de santé et professionnels des champs social et médico-social professionnels. Les enseignants ne sont pas inclus dans les professions définies par ce décret (Décret n° 2016-994 du 20 juillet 2016).

Afin de favoriser la cohérence du parcours de soins d'un enfant avec un trouble des apprentissages, la Haute Autorité de Santé recommande d'échanger entre enseignants et professionnels de santé : « l'enseignant doit être informé par les parents ou le médecin des difficultés de l'élève, par les professionnels de santé et après accord des parents ou par les parents eux-mêmes (...) Réciproquement, l'enseignant assure un retour d'information vers les parents et les professionnels de santé quant aux adaptations mises en place et aux progrès de l'élève (Santé HAS, 2017, p.23). C'est dans cet esprit de collaboration avec les enseignants que nous avons conçu notre travail.

L'orthophoniste peut être en contact avec l'équipe enseignante, dans l'intérêt de l'enfant, afin de coordonner les actions menées auprès de l'enfant. Un mémoire d'orthophonie s'est intéressé au partenariat entre les enseignants en mathématiques au collège et les orthophonistes (Loterie, 2018). Il en résulte que les orthophonistes interrogés sont souvent en contact avec les enseignants, évoquent l'importance d'un travail commun et perçoivent l'utilité pour sa pratique d'échanger avec l'autre professionnel (Loterie, p.34-37). La notion de secret professionnel révèle que les orthophonistes sont conscients de la nécessité de recueillir le consentement des parents et de l'enfant avant d'échanger avec l'enseignant. Ils sont 80 % à considérer qu'une fois

ce consentement reçu, l'échange d'informations dans le but de favoriser l'action de l'enseignant auprès de l'enfant peut se faire librement. Néanmoins, 20 % estiment que le secret professionnel constitue un obstacle à la transmission d'informations à l'enseignant (Loterie, p.57).

La création du site ainsi que sa diffusion serait l'une des réponses possibles à cette épineuse question du secret professionnel. Outil garantissant la confidentialité des informations sur le patient, il permettrait toutefois de ne pas rompre le dialogue entre les deux professions. Les notions théoriques apportent ainsi les connaissances nécessaires pour définir la dyscalculie, notamment à l'aide du modèle du Triple code qui permet une identification des modules touchés. Les signes d'alerte, eux, fournissent à l'enseignant des éléments de réponse sur le développement atypique ou non de l'enfant pour lequel il s'interroge. Enfin, les propositions d'activités peuvent donner quelques pistes à explorer pour lever les difficultés de l'enfant à risque de dyscalculie.

1.2 Une meilleure connaissance du rôle de chaque professionnel

Ne pas connaître le métier de l'autre constitue un frein à l'élaboration du partenariat. A travers la rubrique « Conduites à tenir », le site participe à une meilleure connaissance du métier de l'autre : en effet, « accepter de partager sa pratique permettrait à l'autre professionnel de connaître le métier de l'autre pour ensuite se projeter dans les actions communes à mener » (Loterie, p.70). Les informations sur la conduite à tenir rappellent le rôle de l'orthophoniste, ainsi que le déroulement de la prise en charge, bien différent du soutien scolaire ainsi que le travail de l'enseignant spécialisé dans les troubles des apprentissages. Au cours des deux rencontres avec les enseignants spécialisés de l'ESPE de Nantes, nous avons constaté l'intérêt des enseignants pour communiquer avec les orthophonistes, dans le but d'enrichir sa pratique professionnelle. Les échanges autour des enfants à risque de dyscalculie et les questions émergeant des professeurs ont été l'occasion de mieux faire connaître notre travail.

1.3 Une meilleure connaissance de la dyscalculie

Si les troubles des apprentissages ont fait l'objet ces dernières années d'une importante médiatisation, la dyscalculie reste un domaine moins étudié (Inserm, 2007). Parmi les champs d'action de l'orthophonie, celui de la cognition mathématique reste encore mal connu, à la fois des médecins mais aussi des enseignants. Leur formation dans ce domaine, souvent limitée à quelques heures, ne leur permet pas toujours d'avoir connaissance des signes à observer,

notamment en maternelle : lorsqu'on consulte les programmes officiels, on constate que la construction du nombre est abordée mais que contrairement aux autres domaines (graphisme, langage, activités physiques), le domaine des premiers apprentissages mathématiques ne fait pas l'objet de documents de « ressources d'accompagnement » (MEN, 2017). Le repérage précoce par les enseignants s'impose puisqu'on on sait les conséquences sur les apprentissages ultérieurs. Les enseignants, mieux formés, seraient à même de mettre en place des activités de remédiation, puis, en cas de résistance de l'enfant à ces étayages, de suggérer à la famille une consultation chez un médecin qui pourra prescrire un bilan orthophonique. Notre document de prévention et d'information participe, à une échelle modeste, à une meilleure connaissance de la dyscalculie par les enseignants. Il pose les bases d'un dialogue avec une profession avec laquelle nous serons amenés à collaborer et à échanger.

2 Limites de la démarche

2.1 La réalisation du document

Le choix d'un document numérique permet une diffusion aisée et une mise en page interactive. Toutefois, l'outil informatique présente aussi des limites.

Concernant les aspects visuels, nous n'avons pas pu modifier la durée des deux vidéos proposées, ni la bande sonore. L'agencement en rubriques est à la fois un avantage car le lecteur peut le parcourir au gré de ses désirs, mais aussi un inconvénient puisqu'il présente aussi une information fragmentée. La possibilité d'imprimer en PDF la totalité du document tente de pallier cet inconvénient, mais l'utilisateur perd alors les illustrations et la mise en page dynamique du site.

2.2 Des choix subjectifs

Concernant le contenu du document, nous nous sommes appuyés sur les éléments recommandés par l'HAS. Néanmoins, il nous a fallu faire des choix, qui nous ont semblés pertinents, afin que l'ensemble ne soit ni trop succinct, ni décourageant par la longueur, tout en restant précis et informatif. Nous avons souhaité insister sur les éléments théoriques comme le modèle du Triple code, sur les signes d'alerte et sur les propositions d'activités. Ces choix restent personnels et font preuve d'une certaine subjectivité.

2.3 Le questionnaire

Notre questionnaire a été mis en ligne pendant plus de trois mois, sur la dernière page du document numérique. Nous avons contacté des enseignants par l'intermédiaire des réseaux sociaux, en contactant directement des professeurs des écoles ou des écoles, en transmettant également l'avancée de notre travail aux enseignants spécialisés rencontrés à l'ESPE de Nantes. Néanmoins, seul vingt et une réponses ont été collectées. Un travail de relance par messagerie électronique aurait été nécessaire, afin d'obtenir davantage de réponses et de pouvoir recueillir un plus grand nombre de commentaires sur notre travail.

Notons également que nous avons souhaité laissé ouverte et non obligatoire la question concernant les améliorations potentielles de notre document. Il en résulte que de nombreux enseignants n'ont pas répondu à cette question et que nous n'avons recueilli qu'une dizaine de commentaires ou suggestions d'améliorations. Des questions fermées auraient peut-être guidé davantage les enseignants sur les éléments à ajouter pour enrichir le document.

2.4 La population d'étude

Notre échantillon d'étude a été déterminé par le fait qu'il existe un continuum dans les apprentissages entre l'école maternelle et élémentaire. Nous avons donc souhaité le diffuser aux professeurs de maternelle comme de primaire. Au final, quatorze enseignants de primaire, (cycle 2 et 3) ont participé au questionnaire, ainsi que dix-sept de maternelle. Cette question étant à choix multiple, les enseignants ont ainsi eu la possibilité de cocher plusieurs niveaux, ce qui ne permet pas de comparaison ni des effectifs, ni des réponses des enseignants selon la classe où ils exercent.

2.5 Ouvertures et perspectives

Notre document numérique pourrait être étoffé par l'ajout d'informations supplémentaires, néanmoins le manque de temps ainsi que le désir de rester concis nous ont fait renoncer à ces possibilités.

Ainsi, une enseignante a évoqué la possibilité de détailler le matériel Cuisenaire pour travailler la construction du nombre en GS. Plutôt que de s'arrêter sur un type de matériel tel que celui-

ci, il pourrait être intéressant de référencer les différents matériels à disposition des enseignants et de les comparer sous l'angle du modèle théorique du Triple code.

Plusieurs enseignants ont également souhaité avoir en leur possession une grille permettant en classe de repérer les élèves à risque de dyscalculie. Cette grille pourrait s'appuyer sur la partie « signes d'alerte » de notre document d'information. Néanmoins, un tel outil n'a pas pu être réalisé car il dépassait le cadre de nos objectifs de travail, à savoir la réalisation d'un document d'information et de prévention numérique.

Un outil de dépistage précoce des habiletés numériques de base des élèves à risque de dyscalculie, à destination des enseignants, pourrait donc être un prolongement à notre travail.

CONCLUSION

Notre travail s'inscrit dans une démarche de prévention de la dyscalculie : il correspond à la fois à l'une des missions de la profession (BO, 5 juin 2013) mais aussi aux enjeux de la promotion de la santé, qui vise à la diffusion des connaissances et au partenariat avec les autres professions.

Notre objectif initial a été atteint puisque nous avons réalisé un document d'information et de prévention à destination des enseignants de maternelle, concernant les élèves à risque de dyscalculie. La création d'un tel document a été justifiée en s'appuyant sur les analyses préalables des documents d'information disponibles (Barazer, 2018).

La présentation sous forme de document numérique offre l'avantage d'une actualisation des données sur la dyscalculie ainsi qu'une présentation dynamique. Le questionnaire élaboré a permis d'évaluer la satisfaction des enseignants. Les commentaires expriment un intérêt certain de ce public pour le domaine de la dyscalculie encore méconnu ainsi qu'une volonté d'aider les enfants à développer les habiletés numériques de base.

La diffusion des connaissances théoriques sur le Triple code, l'établissement de signes d'alerte et les propositions d'activités sont autant de pistes permettant de mieux accompagner les enfants avec des difficultés mathématiques.

Tout au long de notre démarche, les échanges avec les enseignants nous ont conforté dans la nécessité qu'un tel document jetait les bases d'un partenariat futur entre orthophoniste et enseignants, en définissant le rôle de l'orthophoniste et en offrant un support de discussion sur la dyscalculie respectant le secret professionnel.

Cet outil d'information se veut une aide auprès des enseignants, pour le repérage précoce des élèves à risque de dyscalculie, afin que ceux-ci soient orientés plus rapidement vers une rééducation orthophonique, en cas de persistance des difficultés.

Nous espérons que notre travail sera diffusé le plus largement possible auprès des enseignants, afin de mieux faire connaître ce trouble des apprentissages qu'est la dyscalculie.

BIBLIOGRAPHIE

- Angebault, D., blog p-tilou. Repéré à <http://p-tilou.eklablog.com>
- American Psychiatric Association. (2016). *Mini DSM-5®: Critères diagnostiques* (5e éd., p. 32-35). Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- Barazer, L. (2018). *L'enfant de maternelle à risque de dyscalculie : Éléments d'un document de prévention permettant l'étayage de la pratique enseignante* (Mémoire d'orthophonie). Université de Nantes.
- Barouillet, P. (2013). L'acquisition du nombre et de l'arithmétique chez l'enfant tout-venant. <https://www.unige.ch/fapse/logopedie/files/4514/1285/1089/barouillet.pdf>
- Becker, E., Bru, O., Come, M. & Sablier, C. *La dyscalculie ou les troubles logico-mathématiques*. Repéré à <http://guidespratiquesavs.fr/images/public/guidedyscalculie.pdf>
- Brissiaud, R. (2011). *Premiers pas vers les maths*, Les chemins de la réussite à l'école maternelle. Paris : RETZ.
- Brissiaud, R. (2013). *Apprendre à calculer à l'école*. Paris : RETZ.
- Brulon, A. (2018). Le partenariat entre professeurs des écoles et orthophonistes : état des lieux des connaissances et des représentations des futurs professionnels. Nantes : mémoire d'orthophonie
- Butlen, D. (2015). Formation initiale et continue. Quels contenus, quelles stratégies pour les professeurs ? Nombres et opérations : Premiers apprentissages. Conférence de consensus, CNESEO.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3-18.
- Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie. (2014). *Troubles Dys : Guide d'appui pour l'élaboration de réponses aux besoins des personnes présentant des troubles spécifiques du langage, des praxies, de l'attention et des apprentissages*. Repéré à http://www.cnsa.fr/documentation/cnsa-dt-dys-web-corrige-mai_2015.pdf
- Chazoule, G. 2014, *Représentation analogiques et représentations symboliques des quantités : leur relation entre quatre et six ans* (Thèse de doctorat). Université de Clermont-Ferrand.
- Cnesco, conférence de consensus (2015). Nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire.

- Repéré à <http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2015/11/Recommandations-du-jury.pdf>
- Combe, L. & Vieux, M. (2016). Automatisation des procédures arithmétiques dans la dyscalculie (Mémoire d'orthophonie). Université de Lyon.
- Crahay, M., Verschaffel, L., de Corte, E., Grégoire, J. (2008). *Enseignement et apprentissage des mathématiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Crunelle, D. (2008). Les dys...Dyslexies et autres troubles. *Recherches : Troubles du langage et apprentissages*, 49, 49-58.
- Crollen, V. (2017). L'importance des processus visuo-spatiaux pour un développement numérique harmonieux. *Rééducation orthophonique : la cognition mathématique (n°270)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1), 1-42.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology*, 20(3-6), 487-506.
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., and Wilson, A. (2004). *Arithmetic and the brain*. Elsevier.
Repéré à www.sciencedirect.com
- Dehaene, S. (2010). *La bosse des maths : Quinze ans après*. Paris : Odile Jacob.
- Dias, T., & Deruaz, M. (2013). Dyscalculie: et si les enseignants reprenaient la main ? *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, (120-121), 529-534.
- Espe, Académie de Paris (2018). Documents relatifs à la formation du Master MEEF M1 Mention 1^{er} Degré. Repéré à : <http://www.espe-paris.fr/sites/www.espe-paris.fr/files/maquette2018.m1.pdf>
- Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre: du comptage à la résolution de problèmes*. Paris: Delachaux et Niestlé.
- Fayol, M. (2010). Les mathématiques : regards sur 50 ans de leur enseignement à l'école primaire. *Le nombre au cycle 2, mathématiques. Ressources pour faire la classe*. Sceren.
Repéré à <https://www2.ac-lyon.fr/etab/divers/preste69/spip.php?article95&lang=fr>
- Fayol, M. (2015). Nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire : état actuel des recherches. Communication présentée lors de la conférence de consensus, Cnesco, Lyon. Repéré à http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2015/12/DP_num%C3%A9ration_site1.pdf et <http://www.cnesco.fr/fr/numeration/ressources-de-formation/>

- Fayol, M. (2017). L'apport des recherches longitudinales à la cognition arithmétique. *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°269 p 13-38)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Fayol, M., Catier-Hauville, M.A., & Bouvier-Pouch, F. (2017). Une approche longitudinale des tout-débuts de l'arithmétique. *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°270 p 37-50)*. Paris: Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Fédération des Associations Pour Adultes et Jeunes Handicapés. (2016). *Les troubles dys, parents et professionnel : Guide pour connaître, comprendre, être accompagné et accompagner les DYS*. Repéré à <http://apajh.org/index.php/actualite-apajh/1575-troubles-dys-lapajh-propose-des-cles-pour-un-meilleur-accompagnement>
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in cognitive sciences*, 8(7), 307-314. doi : 10.1016/j.tics.2004.05.002
- Flajolet, A. (2008). *Mission au profit du gouvernement relative aux disparités territoriales des politiques de prévention sanitaire*. Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative. Repéré à http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Flajolet.pdf
- Fuson, K. C., Richards, J., & Briars, D. J. (1982). The acquisition and elaboration of the number word sequence. *Children's logical and mathematical cognition*, 1, 33-43.
- Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). Young children's understanding of numbers. *Cambridge, MA*.
- Gimbert, F. et Participation à la rédaction d'une section à destination des enseignants pour le site «Cerveau et apprentissage» intitulée «Les fondements des apprentissages numériques». Repéré à <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/51368/les-fondements-des-apprentissages-numeriques>
- Guedin, N. (2013). *Remédiation en mathématiques au quotidien : Adapter sa pédagogie*. Dijon : SCEREN-CNDP-CRDP.
- Guedin, N. (2017). Au regard des dernières données de la cognition numérique, quelles remédiations proposer pour des progrès sur les bancs de l'école ? *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°270 p 255-292)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Guedin, N., Thevenot, C., & Fayol, M. (2018). Des doigts et des nombres. *Psychologie Française*, 63 (4), 379-399. doi:10.1016/j.psfr.2017.07.001

- Haute autorité de santé (2008). *Guide méthodologique, Élaboration d'un document écrit d'information à l'intention des patients et des usagers du système de santé*. Saint-Denis : H.A.S Repéré à http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/elaboration_doc-info_patients-rap.pdf
- Haute autorité de santé (2017). *Comment améliorer le parcours de santé d'un enfant avec troubles spécifiques du langage et des apprentissages ?*
Repéré à https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-01/guide_tsla_vf.pdf
- INSERM. (2007). *Expertise collective : Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, bilan des données scientifiques*, 294-342. Éditions de l'INSERM, Paris.
- Institut national de Prévention et d'Éducation pour la Santé. (2009). *Troubles « dys » de l'enfant : Guide ressources pour les parents*. Repéré à <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1276.pdf>
- Isaacs, E. B., Edmonds, C., Lucas, A., Gadian, D., (2001). Calculations difficulties in children of very low birth-weight: A neural correlate. *Brain*, 124(9), 1701-1707. doi:10.1093/brain/124.9.1701
- Klein, M. (2013). *Dyscalculie et enseignement spécialisé, le cas de Manon, Haute école pédagogique*, Lausanne.
- Kobayashi, T., Hiraki, K., & Hasegawa, T. (2005). Auditory-visual intermodal matching of small numerosities in 6-month-old infants. *Developmental Science*, 8(5), 409-419. doi:10.1111/j.1467-7687.2005.00429.x
- Lafay, A., St-Pierre, M-C., & Macoir, J. (2016). *Déficits cognitifs numériques impliqués dans la dyscalculie développementale*. (Thèse de doctorat en médecine expérimentale, Université de Laval, Québec). Repéré à <http://www.theses.ulaval.ca/2016/32392/32392.pdf>
- Landais, C. (2016). *Élaboration d'une brochure d'information et de prévention concernant le trouble spécifique des apprentissages en mathématiques à destination des professeurs des écoles* (Mémoire d'orthophonie). Université de Bordeaux.
- Larousse, E. (2018). Définition : partenariat - Dictionnaire de français Larousse.
Repéré à <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/partenariat/58354q=partenariat#58003>

- Lehalle, H. (2015). Améliorer la compréhension de la notion de nombre. Communication présentée lors de la conférence de consensus, Cnesco, Paris. Repéré à <https://www.dailymotion.com/video/x3favac?playlist=x5w4pp>
- Mazeau, M. (2017). Du logico-mathématique aux dyscalculies : quelles implications pratiques ? *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°270 p 13-36)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Mazens, K. & Gimbert, F. (2016). Comment le nombre vient aux enfants ? *Médecine & Enfance*.
- Ménissier, A. (2017). Le rôle des contenus et des connaissances familières dans la compréhension des difficultés en cognition mathématique. *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°269 p 177-196)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Ministère des affaires sociales et de la santé (2016). Décret n° 2016-994 du 20 juillet 2016 relatif aux conditions d'échange et de partage d'informations entre professionnels de santé et autres professionnels des champs social et médico-social et à l'accès aux informations de santé à caractère personnel.
- Ministère de l'Éducation nationale (2005). Article L-321-2 du code de l'éducation. Encart B.O du 5-05-2005. Loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école. Repéré à <https://www.education.gouv.fr/bo/2005/18/MENX0400282L.htm>
- Ministère de l'Éducation nationale (2002). Circulaire interministérielle – Encart B.O. n° 6 du 7-2- 2002. Mise en œuvre d'un plan d'action pour les enfants atteints d'un trouble spécifique du langage oral ou écrit. Repéré à <http://www.education.gouv.fr/bo/2002/6/encart.htm>
- Ministère de l'Education Nationale (2015). *Programme d'enseignement de l'école maternelle*. (Publication n° MENE1504759A). Repéré à http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=86940#ecole
- Ministère de l'Éducation nationale (2017 et 2018). *Eduscol : Évaluations diagnostiques en CP*. Repéré à <http://eduscol.education.fr/cid119562/evaluation-diagnostique-en-cp.html> et à [Math_debut_CP_2017_enseignant_01_09_2017_804571.pdf](http://eduscol.education.fr/math_debut_CP_2017_enseignant_01_09_2017_804571.pdf)
- Ministère de l'Éducation nationale (2018). Les mathématiques au sein de l'Éducation nationale : stratégies mathématiques. Repéré à <http://eduscol.education.fr/maths/sinformer/les-mathematiques-au-sein-de-leducation-nationale/strategie-mathematiques.html>

- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2013). Certificat de capacité d'orthophoniste – Annexe 2 Référentiel de formation. *Bulletin officiel No.32*. Repéré à http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/32/38/9/referentiel-formation-orthophoniste_267389.pdf
- Ministère de la Recherche, Savoirs, savoir-faire arithmétiques, et leurs déficiences, Barrouillet, P. & Camos, V. (2002). LEAD - Université de Bourgogne - CNRS LCD - Université René Descartes
- Molko, N., Wilson, A., & Dehaene, S. (2005). La dyscalculie développementale, un trouble primaire de la perception des nombres, *Revue française de pédagogie*, 41-47. doi:10.3406/rfp.2005.3362
- Noël, M-P., Rousselle, L. & De Visscher, A. (2013). La dyscalculie développementale : à la croisée de facteurs numériques spécifiques et de facteurs cognitifs généraux. *Développements*, 15 (2), 24-31. doi:10.3917/devel.015.0024
- Noël, M-P, (2017). L'évaluation des capacités numériques et arithmétiques chez les plus grands enfants : la batterie Tedi-Math Grands, *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°269 p 129-141)*. Paris: Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Ringard, J-C. (2000). *A propos de l'enfant dysphasique et de l'enfant dyslexique*. Ministère de l'Education nationale. Repéré à <http://www.education.gouv.fr/cid1944/a-propos-de-l-enfant-dysphasique-et-de-l-enfant-dyslexique.html>
- Pelay, N. (2011). *Jeu et apprentissages mathématiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique* (Thèse de doctorat en didactique des mathématiques). Université Claude Bernard – Lyon I.
- Réseau canadien de recherche sur le langage et l'alphabétisation. (2010). *Les fondements de la numératie : une trousse de données probantes destinée aux intervenantes en apprentissages des jeunes enfants*.
Repéré à http://www.enseignerauxrefugies.ca/multisites/ER/fichiers/Documents/Eleve/EY_NumeracyKit09_FRE.pdf
- Starkey, P., Spelke, E. S & Gelman, R. (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36 (2), 97/127. doi:10.1016/0010-0277(90)90001-z

- Thibaut, J. (2017). La qualité de vie des adultes dyscalculiques. *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique*, (n°269, p 303-317). Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.
- Van Nieuwenhoven, C., & De Vriendt, S. (2010). L'enfant en difficulté d'apprentissage en mathématiques: Pistes de diagnostic et supports d'intervention. Marseille: Solal.
- Van Hout, A., Meljac, C. & Fischer, J-P. (2005). *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*. Paris:Masson.
- Villani, C. & Torossian, C. (2018). 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques. Ministère de l'Education nationale.
Repéré à https://cache.media.education.gouv.fr/file/Fevrier/19/0/Rapport_Villani_Torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques_896190.pdf
- Vilette, B., Mawart, C., & Rusinek, S. (2010). L'outil «estimateur», la ligne numérique mentale et les habiletés arithmétiques. *Pratiques psychologiques*, 16(2), 203-214.
- Von Aster, M.G., & Shalev, R.S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 868-873.
- Wikipedia, encyclopédie en ligne (2019). Pour la définition de la dyscalculie. Repéré à <https://fr.wikipedia.org/wiki/Dyscalculie>
- Wilson, A., & Dehaene, S. (2004). Logiciel : La Course aux Nombres. Repéré à <http://www.lacourseauxnombres.com/nr/home.php>
- Wilson, A. (2005). *Guide des ressources sur la dyscalculie*. Cognitive Neuroimaging Laboratory, dirigé par Dehaene, S. Repéré à <http://www.unicog.org/docs/DyscalculieGuidedeRessources.pdf>
- Woolven, M. (2015). L'orthophonie et les troubles du langage écrit : une profession de santé face à l'école. *Revue française de pédagogie*, (190), 103-114.
<https://doi.org/10.4000/rfp.4709>

ANNEXES

Annexe 1 : étapes clés de l'élaboration d'un document écrit édité par la H.A.S

Annexe 2 : courrier adressé aux professeurs des écoles

Annexe 3 : questionnaire de satisfaction du site internet

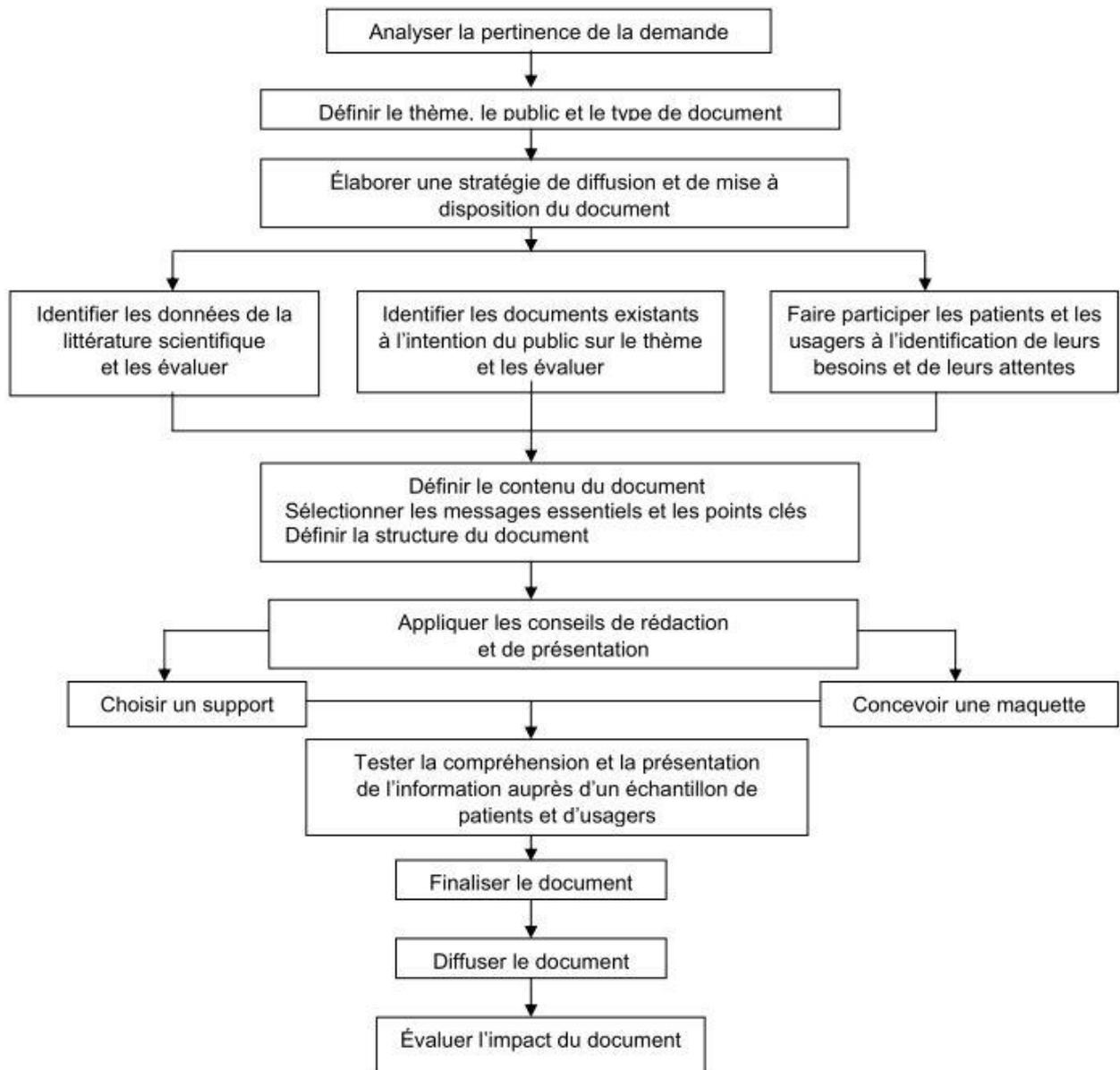
Annexe 4 : résultats du questionnaire de satisfaction

Annexe 5 : engagement éthique

Annexe 6 : version définitive du document de prévention à destination des professeurs des écoles, correspondant à la version pdf imprimable à partir du site.

Annexe 1

Étapes clés de l'élaboration d'un document écrit d'information, schéma extrait du guide méthodologique « Élaboration d'un document écrit d'information à l'intention des patients et des usagers du système de santé », (Guide HAS, juin 2008, p.5)



Annexe 2

Courrier envoyé aux professeurs des écoles

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de mon mémoire en master 2 d'orthophonie à Nantes, je réalise un document d'informations sur les élèves à risque de dyscalculie en maternelle, à destination des professeurs des écoles. Ce document d'information et de prévention prend la forme d'un site internet.

Ce site a pour but de permettre un meilleur repérage des élèves à risque de dyscalculie et propose quelques pistes de remédiation, en cas de difficultés persistantes dans les habiletés numériques de base.

Voici l'adresse du site :

<https://dyscalculieenmaternelle.jimdofree.com/>

Après l'avoir parcouru et éventuellement testé (pour la partie "propositions d'activités), je vous serai reconnaissante de bien vouloir remplir le questionnaire de satisfaction en ligne. Vous le trouverez à la fin, dans la rubrique « contact ».

Vos commentaires et vos retours me seront très utiles pour améliorer le site, avant sa diffusion définitive. Ce questionnaire ne prend que quelques minutes et peut être rempli jusqu'au 30 avril.

Je vous remercie beaucoup pour votre contribution à mon travail.

Je vous souhaite une bonne journée,

Mikaëlle Fresneau

Annexe 3

Questionnaire de satisfaction à destination des professeurs des écoles

(Ce questionnaire est resté actif en dernière page du site, du 1^{er} février au 30 avril 2019).

Dans le cadre de mon mémoire d'orthophonie sur la prévention des élèves à risque de dyscalculie en maternelle, voici un questionnaire d'appréciation du site internet que j'ai réalisé. Vos réponses me permettront d'améliorer sa présentation et d'évaluer sa pertinence.

Ce questionnaire est anonyme et s'adresse aux professeurs des écoles.

En répondant à ce questionnaire, vous consentez à ce que les données collectées soient utilisées pour alimenter ce mémoire de fin d'études.

* : question obligatoire

1. Présentation des professeurs

Vous êtes *

- professeur des écoles
- enseignant spécialisé
- autre

Vous enseignez en

- PS
- MS
- GS
- cycle 2
- cycle 3

2. Présentation du site internet

L'aspect visuel du site (couleurs, mise en page, illustrations) donne envie de le lire.

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

Les informations importantes sont suffisamment mises en valeur.

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

Trouvez-vous les illustrations (photographies, schémas) adaptées au sujet du site ?

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

L'organisation est pertinente.

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

Le site internet est lisible (taille des caractères, couleurs, contraste).

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

3. Contenu du site internet

Pour chacune des rubriques du site, veuillez attribuer une note de satisfaction sur une échelle de 0 (inutile) à 5 (intéressant).

Définition	<input type="checkbox"/>				
Le Triple Code	<input type="checkbox"/>				
Repères développementaux	<input type="checkbox"/>				
Les signes d'alerte	<input type="checkbox"/>				
Conduites à tenir	<input type="checkbox"/>				
Propositions d'activités	<input type="checkbox"/>				
Glossaire	<input type="checkbox"/>				
Ouvrages, liens utiles	<input type="checkbox"/>				

Le vocabulaire utilisé dans ce site vous semble simple et facilement compréhensible.

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

Les définitions données dans le site vous paraissent claires.

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

Selon vous, ce site est-il complet ?

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

4. **Impact du site internet**

De façon générale, ce site vous-a-t-il appris de nouvelles informations ?

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

Le site permet-il de *

- mieux repérer les enfants à risque de dyscalculie ?
- apporter des réponses quant aux actions à mener face à un élève qui pourrait être à risque de dyscalculie ?
- avoir une influence sur votre pratique professionnelle ?
- de mettre en application les conseils proposés ?

Commentaires

.....
.....

Conseillerez-vous ce site à vos collègues ?

- oui
- non
- je ne sais pas
- si non/je ne sais pas, pourquoi ?

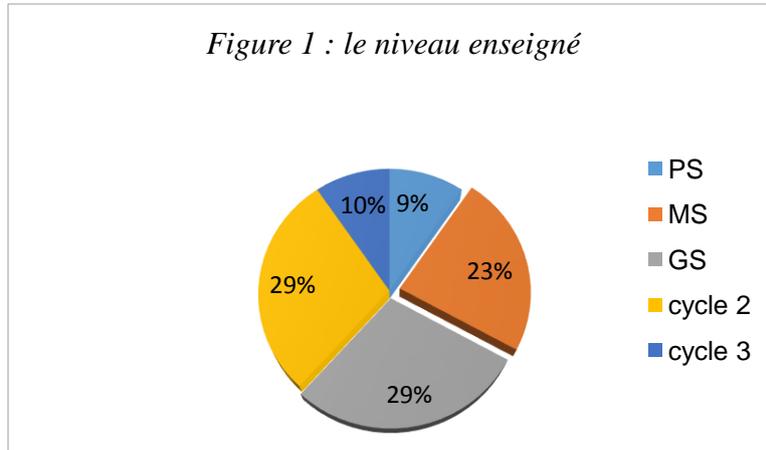
Quelles améliorations pourraient être apportées à ce site ?

.....
.....

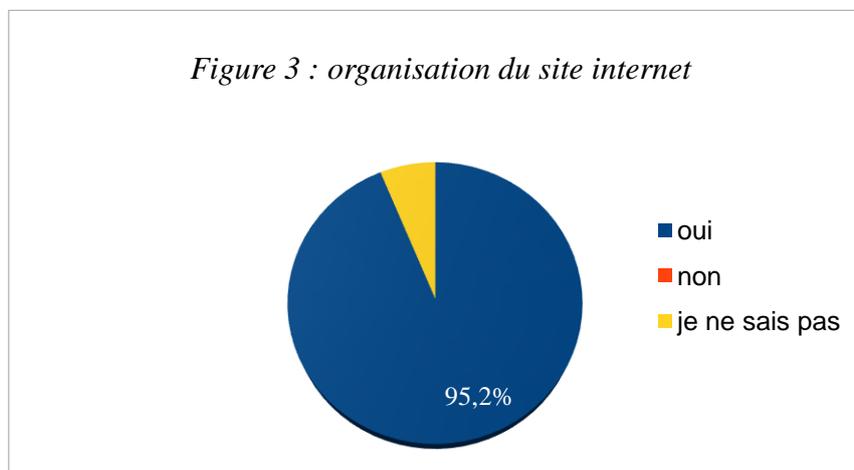
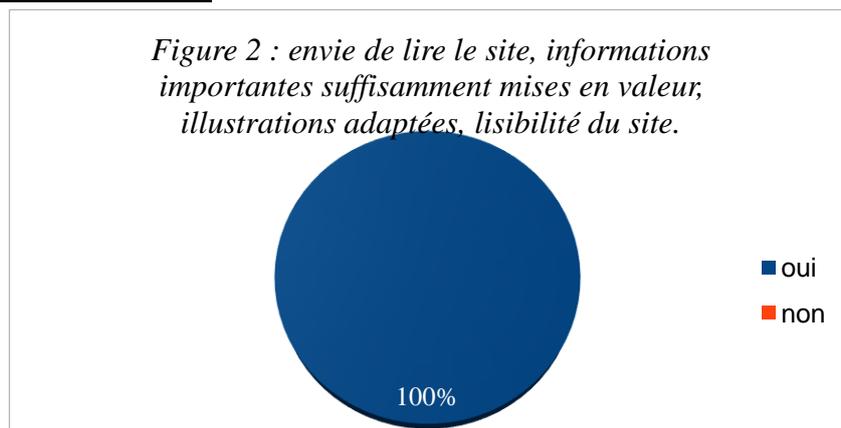
Annexe 4

Résultats du questionnaire d'appréciation

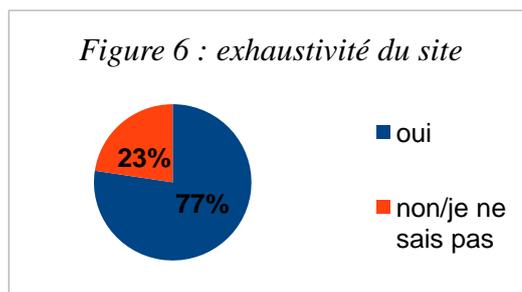
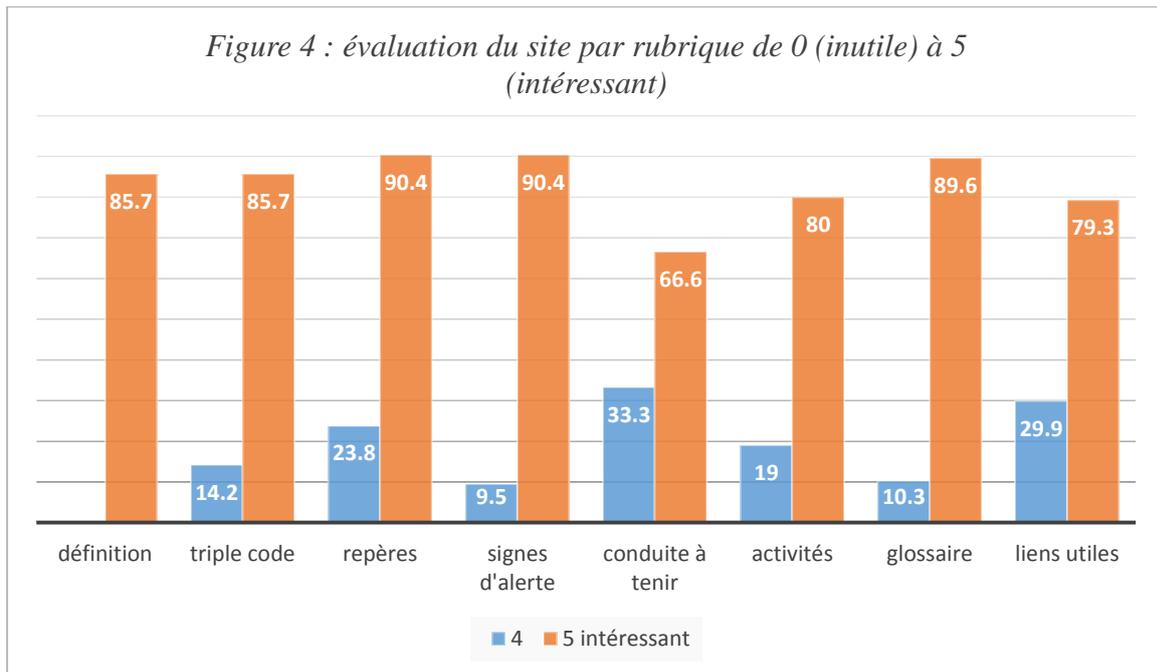
Présentation des professeurs des écoles



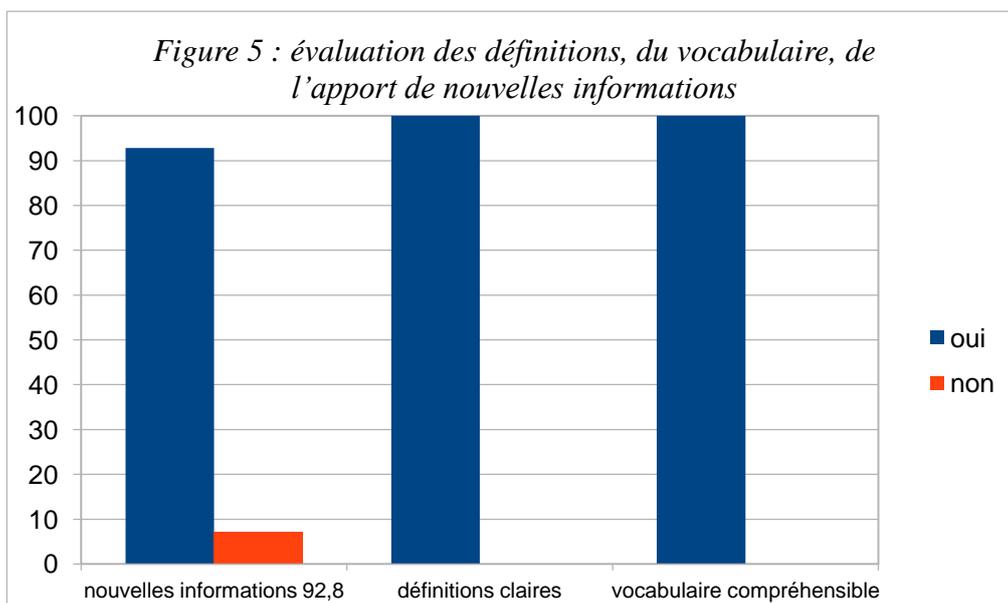
Présentation du site internet



Contenu du site internet



Impact du site internet



Annexe 5

engagement éthique

Je soussigné(e) Mikaëlle Fresneau, dans le cadre de la rédaction de mon mémoire de fin d'études orthophoniques à l'Université de Nantes, m'engage à respecter les principes de la déclaration d'Helsinki concernant la recherche impliquant la personne humaine.

L'étude proposée vise à sensibiliser et informer les enseignants sur les élèves à risque de dyscalculie en école maternelle et/ou élémentaire, à travers l'élaboration d'un document de prévention.

Conformément à la déclaration d'Helsinki, je m'engage à :

- informer tout participant sur les buts recherchés par cette étude et les méthodes mises en œuvre pour les atteindre,
- obtenir le consentement libre et éclairé de chaque participant à cette étude
- préserver l'intégrité physique et psychologique de tout participant à cette étude,
- informer tout participant à une étude sur les risques éventuels encourus par la participation à cette étude,
- respecter le droit à la vie privée des participants en garantissant l'anonymisation des données recueillies les concernant, à moins que l'information ne soit essentielle à des fins scientifiques et que le participant (ou ses parents ou son tuteur) ne donne son consentement éclairé par écrit pour la publication,
- préserver la confidentialité des données recueillies en réservant leur utilisation au cadre de cette étude.

Fait à Le :

Signature

Annexe 6

Version définitive du document de prévention à destination des professeurs des écoles,
correspondant à la version pdf imprimable à partir du site.

Elèves à risque de TROUBLES DES APPRENTISSAGES MATHÉMATIQUES (DYSCALCULIE) en maternelle

Table des matières

1. DÉFINITION
 - La dyscalculie, un trouble des apprentissages
 - Conséquences sur les apprentissages et la vie quotidienne
 - Les troubles associés
 - Dyscalculie primaire ou secondaire : quelles différences ?
2. LE TRIPLE CODE : PRESENTATION D'UN MODELE THEORIQUE
 - Stanislas Dehaene
 - Présentation d'un modèle théorique
 - Le code analogique
 - Le code oral
 - Le code arabe
3. REPERES DEVELOPPEMENTAUX
 - Dès la naissance : la connaissance des quantités
 - Vers 2 ans : les premiers mots-nombres
 - Entre 2 et 3 ans : la comptine numérique et le début du dénombrement
 - Entre 3 et 4 ans : la mise en place du dénombrement
 - Entre 4 et 5 ans
 - Vers 5 ans
 - Vers 6 ans
4. LES SIGNES D'ALERTE
5. CONDUITE A TENIR
 - Repérage, diagnostic et dépistage
6. PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS
 - Pour améliorer le code analogique : subitizing et estimation
 - Pour améliorer le code oral
 - La ligne numérique
 - Pour améliorer le code arabe
 - Pour favoriser l'utilisation des doigts
 - Pour améliorer les liens entre les codes
7. GLOSSAIRE
8. OUVRAGES, LIENS UTILES, BIBLIOGRAPHIE

1. DÉFINITION

L'objectif de ce site est de mieux faire connaître la dyscalculie aux professeurs des écoles en les sensibilisant à ce trouble des apprentissages chez leurs élèves de maternelle.

La prévalence de la dyscalculie est estimée entre 2 et 6 %. Concrètement, cela veut dire que sur une classe de 30, au moins un élève est concerné par la dyscalculie.

La dyscalculie, un trouble des apprentissages

Un trouble des apprentissages, qu'est-ce que c'est ?

Il s'agit d'un trouble spécifique qui peut concerner l'acquisition de la lecture, de l'orthographe, des gestes complexes ou du calcul. On parle alors de dyslexie, dysorthographe, dyspraxie ou dyscalculie.

Leur origine serait développementale, c'est-à-dire qu'une anomalie dans le développement des neurones aurait eu lieu à l'époque prénatale.

Quels sont les critères ?

Les critères pour diagnostiquer un trouble des apprentissages sont les suivants :

- les **difficultés** en mathématique persistent **depuis plus de 6 mois** malgré des mesures mises en place.
- ces difficultés ont des **conséquences** sur les **performances scolaires** ou sur **la vie quotidienne**.
- les **compétences scolaires** des enfants sont **inférieures à celles attendues** dans ce domaine
- ces difficultés commencent **durant les années d'école** ou se manifestent **plus tard** (l'enfant peut arriver à compenser ses difficultés pendant plusieurs années, puis arrive un moment où les exigences de l'école sont trop « fortes » par rapport à ses capacités).
- les enfants n'ont **pas de déficit intellectuel, perceptif, psychiatrique ou d'autres troubles neurologiques** qui pourraient expliquer ces difficultés. De même, les difficultés ne s'expliquent pas non plus par un environnement peu stimulant, une
- mauvaise maîtrise de la langue française ou un enseignement inadapté.

Et la dyscalculie dans tout ça ?

On utilise le terme de dyscalculie quand ce sont les réseaux de neurones impliqués dans le calcul qui sont concernés par ce dysfonctionnement. Ce dysfonctionnement se manifeste par des difficultés à maîtriser le sens des nombres, les faits numériques, le calcul ou le raisonnement mathématique.

On retrouve alors une ou plusieurs difficultés dans :

- le traitement du nombre (dénombrement, décomposition des nombres en unités, dizaines, centaines...)
- la maîtrise des opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication, division)

- la mémorisation des faits arithmétiques (par exemple, le fait de pouvoir chercher dans sa mémoire le résultat de $5+5=10$ plutôt que de le calculer).
- la résolution de problèmes
- la géométrie (tracer des droites ou mesurer un angle sont des difficultés qui apparaissent souvent au collège)
- des difficultés pour les activités de la vie quotidienne qui impliquent des nombres : rendre la monnaie, lire l'heure, apprendre les dates en Histoire...

On ne peut donc pas supprimer ni « guérir » la dyscalculie, puisqu'il s'agit d'un dysfonctionnement neuronal.

EN RÉSUMÉ ... LA DYSCALCULIE

La dyscalculie est définie comme un trouble des apprentissages avec un déficit du calcul.

Son origine proviendrait d'un dysfonctionnement des aires cérébrales impliquées dans le calcul.

On ne peut pas supprimer la dyscalculie mais on peut aider l'enfant à surmonter ses difficultés en proposant des adaptations.

Conséquences sur les apprentissages et la vie quotidienne

Les troubles associés

Même si on parle de "trouble spécifique", dans les faits, un trouble des apprentissages est souvent associé à d'autres « dys » (dyslexie, dysorthographe, dyspraxie, dysgraphie). Ainsi, la dyscalculie se rencontre fréquemment chez des enfants dyslexiques.

La dyscalculie semble être aussi associée à des troubles du comportement comme le TDAH (Trouble Déficit de l'Attention / Hyperactivité).

D'autres études mettent en corrélation la dyscalculie avec une mauvaise estime de soi, une anxiété concernant les mathématiques ou une mauvaise mémoire de travail visuo-spatiale.

La dyscalculie est parfois associée à un TDAH (Trouble déficit de l'attention/hyperactivité) ou à une dyslexie. Elle peut aussi engendrer une mauvaise estime de soi, une anxiété pour les tâches mathématiques et une mauvaise mémoire visuo-spatiale.

Dyscalculie primaire ou secondaire : quelles différences ?

On parle de dyscalculie primaire quand celle-ci se rapporte exclusivement aux mathématiques. Elle affecte la maîtrise du sens du nombre, les données chiffrées ou le calcul. L'enfant peut avoir des difficultés pour :

- traiter des quantités non symboliques (comme percevoir des petites quantités, estimer des quantités ou comparer des quantités). C'est un déficit du sens du nombre.
- accéder au sens du nombre à partir des codes symboliques arabe ou oral
- traiter les représentations symboliques du nombre (écrire ou lire des nombres arabes, écrire des nombres sous la dictée).
- dénombrer

On parle de dyscalculie secondaire quand un autre trouble cognitif s'ajoute aux difficultés observées en mathématiques : ce trouble peut être lié à une déficience intellectuelle, sensorielle ou praxique (par exemple, un enfant avec une déficience intellectuelle, avec une surdité, avec une dyspraxie...), à un trouble du langage oral, à un trouble visuo-spatial ou un trouble de la mémoire.

Ainsi, l'enfant aura des difficultés pour :

- apprendre la comptine numérique, associer les noms des nombres à leur représentation en chiffres arabes, comprendre des problèmes, mémoriser des faits arithmétiques (exemple : $2 + 2 = 4$).
- s'organiser au niveau spatial lorsqu'il compte (l'enfant compte plusieurs fois le même objet, en oublie), poser des calculs, identifier des quantités grâce au [subitizing](#).
- mémoriser des stratégies de calcul

Il existe plusieurs formes de dyscalculie.

La dyscalculie primaire concerne uniquement des difficultés en mathématiques.

La dyscalculie secondaire est associée à un autre trouble cognitif. Ces troubles associés peuvent concerner la langue orale, les fonctions visuo-spatiales ou encore la mémoire.

2. LE TRIPLE CODE : PRESENTATION D'UN MODELE THEORIQUE

Stanislas Dehaene

Stanislas Dehaene est un psychologue cognitiviste et neuroscientifique français. C'est lui qui est à l'origine du modèle du Triple Code. Ses recherches portent sur les bases cérébrales de l'arithmétique, de la lecture et de la conscience. Elles s'appuient à la fois sur des expériences

scientifiques et sur les techniques d'imagerie cérébrale. En 2005, il est nommé professeur au Collège de France à la chaire de psychologie cognitive expérimentale. Depuis 2018, il préside le conseil scientifique de l'Éducation Nationale. Ce conseil, mis en place par le ministre de l'Éducation nationale, a pour but d'apporter aux enseignants une base plus scientifique aux processus d'apprentissage.

Il a publié *La bosse des maths* (Odile Jacob, 1997), ouvrage de vulgarisation scientifique qui pose les bases de nouvelles découvertes sur les compétences mathématiques chez l'être humain.

Soucieux des mauvais résultats des jeunes français en mathématiques (enquête Pisa), il a développé avec Laurent Cohen des logiciels pour réconcilier les enfants de 4-8 ans avec le nombre : **La course aux nombres**.

Présentation d'un modèle théorique

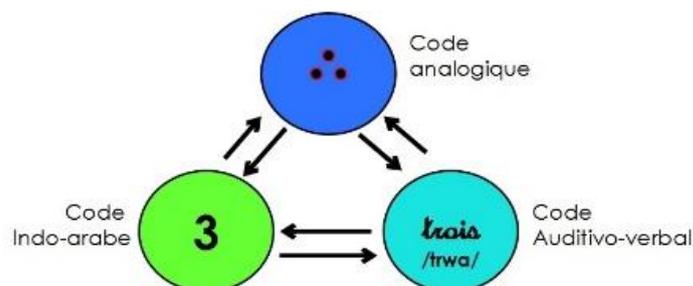
Ce modèle a été proposé par deux chercheurs, Dehaene et Cohen (1992) pour rendre compte du traitement des nombres et des quantités. Il est utilisé pour expliquer le fonctionnement arithmétique chez l'adulte. On peut néanmoins postuler qu'il est applicable aux enfants.

On considère qu'il s'agit aujourd'hui du modèle théorique de référence. Dans ce modèle, le traitement du nombre mobilise trois systèmes de représentation, à savoir un code « analogique », un code « oral » et un code « arabe ».

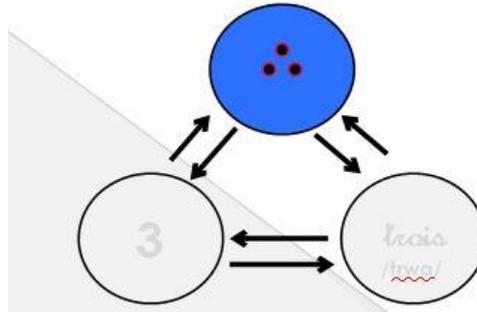
Le [code analogique](#) est un [code non symbolique](#) : il correspond à la capacité innée de traiter les quantités, représentées par des objets (par exemple des billes, des points, des cailloux, les doigts de la main). Deux processus permettent de traiter ces quantités : le subitizing et l'estimation.

Les [codes symboliques](#) sont le [code verbal](#) et le [code arabe](#) : c'est tout simplement le fait de représenter le nombre par un mot ("trois") ou par un symbole (le chiffre écrit, "3").

Ces trois modules, analogique, verbal, arabe, fonctionnent indépendamment mais entretiennent des relations étroites les uns avec les autres. Chacun de ces modules serait associé à des réseaux de neurones différents dans le cerveau.



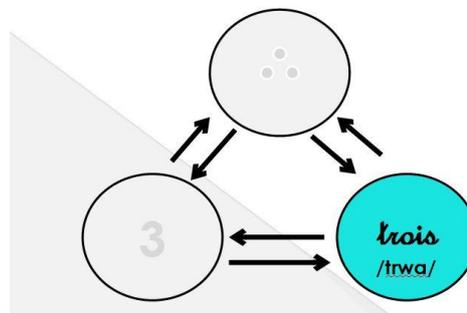
Le code analogique



Le système analogique est composé de deux sous-systèmes (selon Feingenson) : le Système Numérique Précis (subitizing) et le Système Numérique Approximatif (estimation et ligne numérique mentale).

- Le subitizing permet la reconnaissance immédiate de petites quantités, inférieures à trois ou quatre objets.
- Cette capacité serait corrélée avec les résultats ultérieurs en mathématiques, d'où l'importance de l'entraîner. Le subitizing serait altéré chez certains enfants dyscalculiques (ceux-ci seraient plus lents pour identifier des quantités jusqu'à 4, ou bien ils passeraient systématiquement par le comptage).
- Au-delà de quatre objets, on parle alors d'estimation : elle permet de comparer des quantités ou d'estimer (plus grand que, plus petit que, beaucoup, pas beaucoup de ...).
- Ce code analogique représente le « sens du nombre ». Il est modélisé par une ligne numérique mentale : les nombres seraient alignés sur cette ligne. Imprécise au départ, elle se linéarise avec l'apprentissage du dénombrement et du calcul. Elle est utile dans la comparaison des quantités et le calcul approximatif.

Le code oral

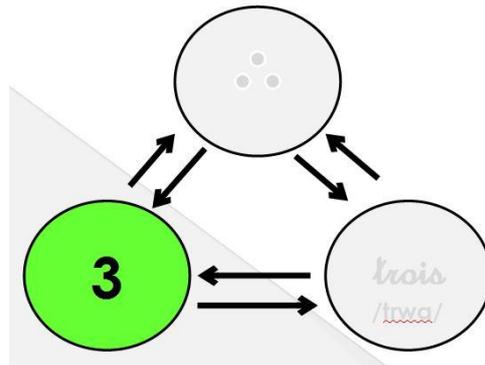


Le code oral est un code symbolique qui dépend des aires du langage.

- Appelé aussi code auditivo-verbal, il correspond à la forme sonore des nombres.

- L'enfant l'utilise lorsqu'il entend un nombre ou lorsqu'il prononce le nom d'un nombre (lorsqu'il apprend la suite des mots- nombres et à chaque fois qu'il compte à voix haute).
- Selon Fuson, l'acquisition de la comptine numérique s'acquiert entre 4 et 8/9 ans.

Le code arabe



On parle de **code symbolique** : Il dépend du traitement visuo-spatial.

- C'est l'image visuelle des nombres : ils sont représentés à l'aide de 10 symboles grâce aux chiffres arabes.
- Son apprentissage se fait à l'école mais aussi implicitement, car l'enfant est confronté aux chiffres arabes dans son environnement (sur les appareils électro-ménagers, les panneaux, les publicités...).
- Il concerne la lecture et l'écriture des numéraux arabes. Vers 4-5 ans, l'enfant est capable de pointer un chiffre et de le lire à voix haute. Il peut aussi associer un nombre arabe à une quantité correspondante (par exemple, un dessin de quatre ballons au chiffre 4).
- Avec le code arabe, l'enfant peut comparer entre eux des nombres écrits (par exemple, "quel est le plus grand entre 2 et 8 ?"), et les placer sur une ligne numérique.
- Il n'est pas rare que l'enfant les écrive en miroir vers l'âge de 4 ans car, à ce stade de son développement, le sens de l'écriture n'a pas encore de stabilité. Pour lui, un "3" continue d'être un "3", même écrit à l'envers. Jusqu'à 5-6 ans, il continue à faire des erreurs, sans que cela soit inquiétant (il en est de même pour les lettres).
- Le code arabe peut-être atteint lors d'une dyscalculie primaire : en ce cas, l'enfant a du mal à lire les chiffres arabes, à les écrire. En fin de grande section, l'enfant ne devrait théoriquement plus faire d'erreurs dans la reconnaissance de chiffres arabes car il sait faire la différence entre un chiffre et un autre symbole (signes d'alerte).

3. REPÈRES DÉVELOPPEMENTAUX

Comment se développent les habiletés numériques chez l'enfant, entre 0 et 6 ans ?

L'approche neuropsychologique considère que l'enfant, dès son plus jeune âge, possède des compétences numériques.

Les âges indiqués ici ne le sont qu'à titre indicatif car il existe une grande variabilité individuelle.

Dès la naissance : la connaissance des quantités

La connaissance des quantités émerge dès les premiers de mois de vie. Des études ont montré que les bébés étaient capables de différencier deux objets de trois objets. Très tôt, l'enfant peut donc avoir une représentation exacte des petites quantités grâce à ce qu'on appelle le SNP (Système Numérique Précis). Cette capacité à discriminer des collections est importante car les enfants qui y parviennent le mieux seraient aussi ceux qui auraient les meilleures capacités en arithmétique plus tard, au cours de leur scolarité.

Vers 2 ans : les premiers mots-nombres

L'enfant commence à apprendre quelques mots-nombres (un, deux, trois...). Il peut désigner des objets avec ces mots-nombres.

Entre 2 et 3 ans : la comptine numérique et le début du dénombrement

L'enfant entre dans l'univers symbolique des nombres. Sa comptine numérique se développe : il connaît de plus en plus de mots-nombres.

Il peut apprendre à les réciter de 1 à 10. Peu à peu, il comprend qu'un mot-nombre est associé à une seule quantité. Il essaie de compter en utilisant les mots-nombres, même s'il se trompe encore dans l'ordre de ceux-ci.

Entre 3 et 4 ans : la mise en place du dénombrement

L'enfant continue à acquérir peu à peu la comptine numérique et peut réciter les mots-nombres dans l'ordre conventionnel. Il va pouvoir alors dénombrer des collections : il est capable de coordonner le pointage des objets et la récitation de la suite des mots-nombre pour trouver le cardinal de la collection.

Il est capable de rassembler deux collections d'objets pour les compter.

Il peut alors répondre à la question « combien ? » en répondant par le dernier mot-nombre.

A 4 ans, il connaît la comptine jusqu'à 13-14.

Entre 4 et 5 ans

L'enfant peut utiliser le comptage sur les doigts ou compter à voix haute. Il connaît la comptine numérique jusqu'à 40. C'est-à-dire que certains ne réciteront la comptine que jusqu'à 22 alors que d'autres pourront compter jusqu'à 68.

Il assimile peu à peu les principes du dénombrement. Il peut résoudre des activités mathématiques simples, de type « 3 bonbons + 2 bonbons ».

Vers 5 ans

C'est une période importante pour le développement des compétences mathématiques. Selon une étude récente, les scores en arithmétiques de Grande Section de Maternelle sont prédictifs des performances futures, y compris dans les autres domaines que mathématiques.

L'enfant se familiarise avec les chiffres arabes et peut les faire correspondre avec leur représentation orale ou analogique (5/ « cinq »/ •••••).

Vers 6 ans

L'enfant est capable de compter à rebours de 20 à 0.

4. LES SIGNES D'ALERTE

Quels éléments repérer ?

Les éléments du Triple code

On peut repérer quelques signes à l'aide du modèle du Triple Code : code analogique, code arabe, code oral. En effet, le but sera de voir quel est le code qui pose problème à l'enfant pour s'appropriier le nombre.

Code analogique

C'est un code non symbolique puisque les quantités sont représentées par des objets.

L'utilisation des doigts : lorsque l'enfant utilise ses doigts pour indiquer une quantité, il fait alors le lien entre ce code analogique et le code symbolique dans lequel les nombres sont représentés par un symbole (les chiffres arabes).



Signe d'alerte : l'enfant qui n'utilise pas ses doigts en grande section de maternelle pour comprendre le nombre. Il se prive d'un outil précieux pour faire le lien entre code analogique et code symbolique.

Le subitizing. L'enfant perçoit de façon automatique les numérosités jusqu'à 4, dès la moyenne section. Cette capacité est en lien avec ses réussites ultérieures en mathématiques. Or, elle peut-être altérée chez certains enfants dyscalculiques.

Il est donc important d'entraîner cette capacité à subitiser », par exemple avec des « cartons-flash » ou « cartons-éclair » (rubrique Propositions d'activités).



Signe d'alerte : l'enfant qui ne perçoit pas rapidement les petites quantités (1, 2 ou 3), qui semble les compter systématiquement ou qui ne mémorise pas les constellations de points lorsqu'elles sont organisées (dessin d'un dé).

l'estimation de quantités (au-delà de quatre)

L'estimation de quantités analogiques permet aussi de les comparer entre elles. En fin de grande section, la quasi totalité des enfants est capable de comparer des nuages de points avec un ratio de 1/2 (par exemple 10 points d'un côté, 20 de l'autre).



Signe d'alerte : l'enfant qui en grande section ne parvient pas à comparer deux collections avec un ratio de 1/2. L'enfant qui en fin de grande section ne parvient pas à comparer les chiffres de 0 à 9.

Code oral

les mots-nombres : le code oral dépend des aires du langage. Dès 2 ans, les enfants repèrent les mots-nombres du reste du vocabulaire.



Signe d'alerte : l'enfant qui ne fait pas la différence entre les mots-nombre et les autres mots en grande section de maternelle.

l'apprentissage de la comptine numérique : elle s'effectue entre 2 et 6 ans, mais avec des différences interindividuelles. Sa maîtrise permet à l'enfant d'entrer dans la compréhension du nombre sous sa forme linguistique, ainsi que de résoudre des problèmes par la suite.



Signe d'alerte : l'enfant qui en moyenne section de maternelle ne connaît pas le début de la comptine numérique. L'enfant qui en grande section n'a pas atteint le niveau « chaîne sécable » pour les nombres inférieurs à 10 (l'enfant doit pouvoir compter jusqu'à 10, à partir de n'importe quel nombre, entre tel et tel nombre, à rebours).

Code arabe

C'est un code symbolique, représenté au moyen de 10 chiffres. En grande section, l'enfant doit reconnaître les chiffres des autres symboles. Vers 4-5 ans, l'enfant sait lire un nombre arabe à haute voix, et l'associer à une quantité. Il peut aussi comparer deux nombres arabes écrits.



Signe d'alerte : l'enfant qui ne reconnaît pas les chiffres des autres symboles.

L'enfant qui en grande section ne sait pas lire les chiffres arabes ni faire le lien avec une quantité.

la ligne numérique

Nous avons la capacité à estimer des quantités et à les placer sur une ligne numérique, de gauche à droite, en fonction de leur taille. Cette capacité s'améliore avec le temps, l'apprentissage et l'éducation. Cette ligne numérique pourrait prédire les apprentissages futurs en mathématiques.



Signe d'alerte : l'enfant qui avant le CP ne parviendrait pas à estimer correctement la position des chiffres de 0 à 10. On peut entraîner cette capacité avec des jeux de plateau, des jeux manipulant l'argent, des jetons à placer sur une ligne, des nombres à positionner sur une frise (Propositions d'activités).

Le dénombrement

Pour dénombrer correctement, l'enfant doit avoir la chaîne numérique au niveau insécable (il peut compter jusqu'à un nombre donné mais il est obligé de recommencer du début, si on lui demande par exemple, ce qu'il y a après 5). Il s'organise pour pointer un élément, tout en disant le chiffre, en énumérant correctement la comptine numérique. Les 5 principes de Gelman (ordre stable / stricte correspondance terme à terme / non pertinence de l'ordre/ abstraction/ cardinalité) ne sont pas entièrement maîtrisés en fin de maternelle.



Signe d'alerte : l'enfant de moyenne section qui n'arrive pas à compter de petites collections (inférieures à 10) en coordonnant la comptine et le pointage.

L'enfant de grande section qui n'a pas compris le principe de dénombrement et qui doit recommencer son comptage lorsqu'on lui demande « donne-moi... » ou « combien y a-t-il de ... ».

5. CONDUITE A TENIR

Accueillir un enfant avec un trouble des apprentissages

En France, la loi du 8 juillet 2013 reconnaît que tous les enfants partagent la capacité d'apprendre, de progresser et de réussir. Or, les élèves en situation de handicap scolarisés en établissements ordinaires sont de plus en plus nombreux. En 2016, plus de 8 enseignants sur 10 accueillaient un élève en situation de handicap. Très souvent, cette situation demande à l'enseignant plus d'attention, plus de capacité d'adaptation et donc une plus grande charge de travail.

Les informations qui suivent sur les orthophonistes et les enseignants spécialisés concernent la France. Il peut en être autrement dans les autres pays francophones.

Repérage, diagnostic et dépistage

Le repérage

Le repérage s'effectue par les familles ou par les enseignants alertés par les difficultés de l'enfant. Il peut s'agir de difficultés ponctuelles qui vont se résoudre au cours de la scolarité ou de difficultés persistantes. Ce sont ces difficultés durables, souvent observées par les enseignants, qui doivent alerter. Dans une circulaire interministérielle (31-01-2002), les recommandations du gouvernement soulignent l'importance d'un repérage précoce des troubles des apprentissages : « il apparaît nécessaire de développer dès l'école maternelle des actions de prévention et de repérage des enfants présentant des signes d'alerte ».

Le dépistage

Le dépistage consiste selon l'OMS à « identifier à l'aide de tests une maladie passée inaperçue ». Ces tests peuvent être réalisés par le médecin scolaire, le pédiatre, les enseignants du Rased, le psychologue scolaire.

Le diagnostic

Le diagnostic repose sur un bilan complet réalisé par un(e) orthophoniste. Ce bilan, appelé depuis 2018 « bilan de la dyscalculie et trouble de la cognition mathématique » est toujours réalisé sur prescription médicale. Lors de ce bilan, l'orthophoniste effectue des tests permettant d'objectiver une éventuelle [dyscalculie](#) et d'affiner le diagnostic orthophonique.

D'autres professionnels de santé peuvent intervenir (avant ou après le bilan orthophonique) afin d'affiner le diagnostic : psychologue ou médecin. Ils permettront ainsi d'éliminer d'autres causes qu'un trouble « dys », comme un déficit sensoriel, cognitif, psychologique ou relationnel.

En classe, l'enfant peut être accompagné par l'équipe enseignante qui proposera des aménagements pédagogiques ou des [activités adaptées](#) (voir la rubrique : propositions d'activités).

Les personnes ressources

le rôle de l'enseignant spécialisé

L'enseignant spécialisé a passé un Cappei (Certificat d'Aptitude Professionnelle aux Pratiques de l'Éducation Éducative, appelé avant 2017 Capa-sh) : cette formation professionnelle se déroule sur une année scolaire, alternant cours théoriques et ateliers pratiques auprès d'élèves. L'enseignant choisit 2 modules parmi 8, dont les « troubles du langage et des apprentissages ».

A l'issue de la certification, l'enseignant spécialisé peut travailler dans des structures particulières (IME, SEGPA), dans des dispositifs inclusifs (ULIS) ou en classe ordinaire sur des temps d'inclusion (RASED).

le rôle de l'orthophoniste

L'enseignant peut suggérer aux parents de demander un bilan orthophonique, sur prescription médicale. Les séances sont remboursées par la Sécurité Sociale.

Le compte-rendu de ce bilan est adressé au médecin prescripteur et aux parents dans les semaines ou mois qui suivent. C'est à eux que revient la décision de le montrer ou non aux enseignants. Ce compte-rendu mentionne les tests utilisés et leurs résultats ainsi que les objectifs et le projet thérapeutique.

le secret professionnel

L'article 226-13 du Code Pénal soumet l'orthophoniste au secret professionnel. En tant que professionnel de santé, il a l'obligation de ne pas révéler à des tiers des informations d'ordre médical ou privé concernant la personne soignée (Ministère de la justice. Code pénal – Article 226-13, 226-13 (2002). L'article L1110-4 du Code de Santé Publique (loi du 4 mars 2002) place le secret au rang de droit et affirme la légalité du secret partagé entre professionnels de santé. Est considéré comme secret l'ensemble des informations concernant la personne venues à la connaissance du professionnel dans le cadre de l'exercice de sa profession.

la rééducation orthophonique

A l'issue de ce bilan, l'orthophoniste peut proposer des séances de rééducation, le plus souvent à raison d'une fois (30 minutes) par semaine : celle-ci peut s'effectuer avec des activités et des supports variés. Les parents peuvent souhaiter que cette rééducation se déroule sur le temps scolaire, et viendront solliciter votre accord.

Les séances de rééducation orthophonique ne sont pas du soutien scolaire.

Les approches scolaires et orthophoniques des difficultés en mathématiques diffèrent : l'approche de l'école est pédagogique, son but est d'enseigner. L'approche de l'orthophonie est thérapeutique, elle vise à soigner ou rééduquer.

L'orthophoniste, une fois le bilan réalisé et le diagnostic établi, proposera un projet thérapeutique. Seul l'accord des parents vous permettra, si vous le souhaitez, d'échanger avec l'orthophoniste sur les difficultés de l'enfant. L'orthophoniste étant soumis au secret professionnel, il/elle ne pourra pas vous délivrer d'informations personnelles sur l'enfant.

6. PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS

Quelques conseils pour faire renouer l'élève avec "les chemins de la réussite"...

- évaluer ce que l'enfant est capable de faire seul afin de lui proposer des activités situées dans sa zone proximale de développement.
- observer l'élève en « activité mathématique » : quel type d'erreurs fait-il ? systématiquement ou non ? lors de quelles activités ?
- s'appuyer sur les compétences préservées, contourner les points faibles.
- les « compétences transversales » : trier, ranger, catégoriser sont des activités souvent proposées aux enfants de maternelle. Elles permettent de construire des savoir-faire, utiles dans d'autres domaines, comme le langage, le raisonnement, la mémoire, les compétences visuo-spatiales.
- l'entraînement des compétences numériques a un impact sur les habiletés mathématiques mais aussi sur la logique.

Pour améliorer le code analogique : subitizing et estimation

Le **subitizing** est une compétence innée qui permet la perception exacte et immédiate de petites quantités, de façon intuitive (l'enfant ne passe pas par le dénombrement). On parle aussi de **Système Numérique Précis**.

Cette habileté permet de discriminer les quantités jusqu'à 4, grâce à ce que les chercheurs ont appelé le SNP (Système Numérique Précis). Les enfants dyscalculiques seraient plus lents que les autres pour mettre en œuvre le subitizing. Développer cette compétence en classe permettrait de faciliter ensuite le **comptage** de plus grandes quantités.

En MS : les enfants peuvent reconnaître des petites quantités de 1 à 3, soit de manière organisée, soit de manière aléatoire, avec les « **cartons-éclairés** » de Rémi Brissiaud. Selon ce chercheur, il est aussi important de présenter les nombres en utilisant la décomposition : par exemple, "2", c'est "un" et "encore un". L'enfant comprend mieux ce que représente le nombre.

On peut procéder de la manière suivante :

- l'enseignant(e) montre une fraction de seconde un carton à un (ou plusieurs) élèves de sa classe. Ensuite, plusieurs possibilités s'offrent à lui :
- l'enfant montre avec ses doigts le nombre qu'il perçu (code analogique => code pré-symbolique, vers le code arabe).
- l'enfant écrit sur son ardoise le nombre correspondant (code analogique=>code arabe)
- l'enfant dit le nombre à voix haute (code analogique=>code oral).

En GS : On peut aussi les entraîner à reconnaître des configurations de points supérieures à 3, organisées de façon canonique comme sur un dé.

Par exemple, l'enseignant lance le dé, le cache et l'élève doit indiquer quel était le nombre. On fait ensuite l'inverse : à l'élève de lancer le dé, de cacher et de confirmer la réponse du professeur. Cette tâche l'oblige lui aussi à identifier le nombre du dé.

L'estimation est la capacité à estimer de grandes quantités (bonbons dans un bocal, feuilles sur un arbre : y en a-t-il "beaucoup", "pas beaucoup" ?).

L'enfant peut comparer deux quantités présentées sous leur forme analogique, par exemple deux constellations de points. On parle aussi de Système Numérique Approximatif.

Des difficultés dans cette capacité seraient en lien avec des troubles du calcul. Toutefois, il n'y a pas de consensus sur ce point : selon certaines études, la mise en place du Système Numérique Approximatif permettrait la mise en place de bonnes habiletés mathématiques sur les nombres arabes. D'autres études plus récentes suggèrent l'inverse : c'est parce que la compréhension du système symbolique (représentation du nombre sous sa forme arabe et orale) se fait correctement que le SNA devient de plus en plus précis.

L'intérêt serait donc non pas d'entraîner l'enfant à comparer des quantités sous leur forme analogique mais de faire le lien entre ces quantités et leur représentation symbolique.

On peut proposer aux enfants de relier des nuages de points, des bonbons, des billes... à leur représentation arabe : l'enfant développe ainsi les relations entre les trois dimensions du Triple code (code arabe, oral, analogique).

L'acquisition du nombre repose en effet sur la mise en relation de la dimension analogique et de la dimension symbolique.

Pour entraîner l'estimation elle-même, on peut suggérer l'activité suivante : on lance deux dés, dans deux boîtes. Puis, on cache les boîtes, pour éviter à l'élève de passer par le dénombrement et on demande : "dans quelle boîte y en a-t-il le plus ?"

On peut aussi faire des batailles avec du matériel représentant uniquement des quantités, par exemple des cartes à jouer ou les cartes du Bata-waf, Batanimo (mais sans les chiffres !) ou encore des dominos. On ne cherche pas à ce que l'enfant compte les points mais qu'il puisse estimer le domino avec le plus de points.

Pour améliorer le code oral

L'enfant apprend la comptine orale et comprend peu à peu que chaque mot-nombre peut s'associer à la quantité correspondante. Pour qu'elle ne reste pas une suite de mots vide de sens, il est important de relier chaque mot-nombre à une quantité.

On peut lui proposer :

- des situations de comptage à l'oral associées à des dénombrements ou des jeux de doigts. Par exemple, les comptines à chanter en groupe, à tour de rôle ou simplement à écouter. On peut les associer avec le geste des doigts, on favorise alors le lien entre code oral et code analogique. On peut donner comme consigne de s'arrêter à tel nombre ou demander à l'enfant de choisir le nombre jusqu'où il veut compter. Les exemples de comptine sont nombreux (Un, deux, trois, nous irons au bois... Un chat gris dormait, sur son dos dansaient cinq petites souris).

Les idées suivantes sont tirées de l'article de Nolwenn Guedin. La comptine orale permet ensuite d'accéder au [dénombrement](#).

Plus on proposera à l'enfant des objectifs concrets, plus ses apprentissages seront porteurs de sens. On peut ainsi proposer des tâches qui plutôt que des exercices, répondent à de réels besoins.

On peut renforcer le code oral en demandant à l'enfant de [mémoriser des quantités](#) :

- aller chercher, en un seul trajet, le bon nombre de crayons pour les enfants de son groupe.
- compter le nombre d'élèves présents pour ensuite pouvoir distribuer le bon nombre de feuilles.
- mémoriser le score à un jeu, à une activité sportive et pouvoir le redonner à l'enseignant.

En lui demandant de [comparer des quantités](#) à l'aide du dénombrement, on améliore le lien entre code analogique (comparaison) et code oral (compter et dénombrer).

- par exemple, compter les perles de deux colliers pour savoir lequel en a le plus (on utilisera deux colliers avec des perles de tailles différentes si on veut l'obliger à dénombrer).

La ligne numérique

La représentation des quantités serait modélisée sous la forme d'une ligne numérique mentale, orientée de gauche à droite. Cette ligne définit les relations entre les nombres, placés en ordre croissant.

Entraîner l'enfant à placer des quantités sur une ligne numérique non graduée serait bénéfique aux apprentissages.

Dès la maternelle, la file numérique affichée en classe donne accès à cette ligne numérique. Là encore, il est important de relier cette représentation des nombres sous leur forme ordinale à des situations mathématiques concrètes (mémoriser une quantité, comparer des grandeurs).

La ligne numérique peut être représentée dans des jeux, avec des cases de couleurs différentes, représentant chacun les nombres de 1 à 10, de gauche à droite. L'enfant pioche une carte, regarde le nombre qui y est inscrit puis déplace son jeton sur la même case. Lui demander de lire le nombre de la carte puis dire les nombres lorsqu'il se déplace permet ainsi d'associer les modalités arabe et orale.

Faire le lien entre la ligne numérique mentale et l'espace permet une meilleure efficacité des apprentissages.

Exemple : on trace sur le sol de la cour un rectangle où on inscrit les chiffres de 0 à 10. Les enfants ont dans leur main un carton avec l'un des chiffres inscrit. Lorsque l'enseignant(e) appelle un chiffre, ils viennent se placer sur la case correspondante. Lorsqu'ils sont suffisamment à l'aise, ou pour les plus grands, on peut effacer les chiffres.

Pour améliorer le code arabe

Mémoriser des quantités

On peut suggérer les mêmes propositions d'activités que pour le code oral.

Elles seront alors présentées à l'écrit, avec les chiffres arabes : dans ce cas, on améliore la représentation du nombre à travers le code arabe. Le but est de montrer l'utilité du chiffre arabe à travers des activités du quotidien.

- inscrire la trace d'une quantité pour mémoriser le score à un jeu, à une activité sportive (idée extraite de l'article de Nolwenn Guedin, in *Rééducation Orthophonique*, 2017).

Faire la différence entre chiffres et lettres

En fin de grande section, la majorité des élèves sont capables de repérer des chiffres parmi des lettres et des symboles (84% des élèves de grande section réussissent l'épreuve de décision

numérique au Tedi-Math, test diagnostique des compétences de base en mathématiques, Van Nieuwenhoven, Grégoire et Noël, 2008).

- proposer à l'élève un support et lui demander d'entourer les chiffres. L'échec à cette épreuve en fin de grande section doit vous alerter (cf. [Signes d'alerte](#)).

S'approprier les chiffres

- les tracer ou les recopier dans du sable, de la semoule.
- les représenter à l'aide d'une ficelle, de pâte à modeler.
- les mettre dans l'ordre (à partir de cartes, de jetons)
- les apparier : par exemple, associer "4" écrit sur la feuille au "4" fabriqué en pâte à modeler.

Vivre les chiffres à travers son corps

- se placer sur le même chiffre que celui présenté sur une feuille ou au tableau, par exemple, une marelle ou les chiffres dessinés à la craie dans la cour
- utiliser les quilles du molky avec des objectifs (par exemple, faire tomber le "5", le "3").

Favoriser l'utilisation des doigts

Les enfants ont naturellement recours aux doigts pour compter : c'est une façon simple de soulager leur mémoire de travail.

Les recherches confirment le sens des relations entre [gnosies digitales](#) et réussite en calcul. En effet, les représentations numériques et digitales se situeraient dans des zones cérébrales proches. De plus, en dénombrant avec ses doigts, l'enfant fait le lien entre les différentes représentations du nombre (non symbolique et symbolique), comme l'illustre la vidéo ci-dessous.

On peut proposer en classe des jeux de cartes avec des configurations de doigts. Soit on utilise uniquement les cartes avec les doigts, soit on demande à l'enfant de prononcer le mot-nombre qui correspond au nombre de doigts (lien vers le code oral), soit on lui demande d'écrire le chiffre correspondant (lien vers le code arabe) ou de le montrer sur une frise numérique, pour ne pas perdre la spontanéité du jeu !

Pour améliorer les liens entre les codes

Activités

Toutes les activités précédentes peuvent être déclinées en ajoutant des consignes, par exemple, dire le mot-nombre à l'oral (lien vers le code oral), écrire ou lire le nombre (lien vers le code arabe). On peut proposer des jeux de cartes avec des représentations analogiques, des

configurations de doigts ou des chiffres : à classer, à compter, à jouer (bataille). Un exemple ci-dessous :

<https://dessinmoiunehistoire.net/wp-content/uploads/2014/10/Cartes-pour-compter.pdf>

Exemple : la couronne des nombres

Un enfant de la classe pioche, sans le regarder, un carton représentant un nombre. Ce carton est installé sur sa tête, à l'aide d'un support (une couronne, un serre-tête, un bandeau...).

Face à la classe ou à un petit groupe d'élèves, l'enfant fait une proposition pour trouver le nombre. Ses camarades lui répondent uniquement par les expressions « plus petit » ou « plus grand ». Quand l'enfant a trouvé, il vérifie en prenant son carton et on change d'élève.

En GS, on peut travailler sur les nombres jusqu'à 30.

On peut aussi représenter les nombres sous forme de constellations de points ou de configurations de doigts.

Ce jeu a l'avantage de faire travailler à la fois le code oral, le code arabe, le code analogique si on passe par des constellations de points et la ligne numérique, chez l'élève « devineur » comme chez ceux qui l'aident.

Mémoriser des quantités

Code analogique <=> code arabe

Demander à l'enfant de lire un chiffre, le mémoriser et aller chercher, en un seul trajet, le nombre de crayons correspondant pour les enfants de son groupe. (idée extraite de l'article de Nolwenn Guedin, in *Rééducation Orthophonique*, 2017).

Égaliser des quantités

Une activité concrète améliore chez l'élève la compréhension du nombre. Compléter une collection en utilisant le dénombrement permet de faire le lien entre code analogique (des objets) le code arabe si on demande à l'enfant d'écrire les nombres, le code oral si on lui demande de compter à voix haute.

Par exemple un groupe de six enfants, avec déjà quatre verres sur la table, lui demander : "peux-tu apporter des verres pour que tout le groupe en ait.

7. GLOSSAIRE

Cardinal : lorsqu'on compte des éléments, le cardinal est le dernier mot-nombre prononcé, il représente le nombre total des éléments.

Code arabe : c'est la représentation des nombres sous la forme d'une image visuelle, celle des chiffres arabes. Par exemple, le chiffre « trois » s'écrit 3.

Code analogique : c'est la capacité innée à traiter les quantités représentées par des objets, par exemple des billes, des points, des cailloux, les doigts de la main.

Code oral (ou auditivo-verbal) : le code oral correspond à la représentation orale des nombres, sous leur forme auditive.

Comptine numérique : c'est la suite des mots-nombre, que l'enfant apprend entre 2 et six ans : un, deux, trois ; quatre... Compter : c'est donc connaître la liste des mots-nombres, sans forcément y associer une quantité.

Fuson distingue 4 étapes dans l'acquisition de la chaîne numérique :

- **le chapelet** : **vers 3 ans**, l'enfant récite la comptine numérique sans coupure depuis son début ("*undeuxtroisquatre*"...)

- **la chaîne insécable** : **vers 4-5 ans**, l'enfant est capable de réciter la suite des mots-nombres en les séparant, ce qui permet de les associer avec des objets. Mais, quand on lui pose la question "combien de ?", il doit recommencer à partir du début pour donner la réponse.

- **la chaîne sécable** : **vers 6 ans**, l'enfant est capable de donner la suite des mots-nombres entre deux bornes ("compte entre 5 et 9"). Il peut aussi compter à rebours.

- **la chaîne bi-directionnelle** (ou terminale) : **vers 9 ans**, l'enfant peut compter à rebours, à partir d'une borne choisie arbitrairement, entre deux bornes.

Collection : ensemble d'objets du même type

Comptage : utilisation de la chaîne numérique pour dénombrer.

Dénombrement : c'est l'action qui consiste à associer une collection à la chaîne numérique pour en déterminer le cardinal.

Gelman et Gallistel (1978) définissent 5 principes de dénombrement :

- l'enfant doit avoir compris que la comptine numérique suit un ordre stable (1, 2, 3... et non 3,1,2...)
- la stricte correspondance terme à terme : à chaque objet de la collection, l'enfant doit associer un mot-nombre. Il doit pouvoir coordonner son geste et sa parole.
- la cardinalité : le dernier mot-nombre représente le cardinal de la collection.

- la non-pertinence de l'ordre : l'ordre dans lequel l'enfant compte n'a pas d'importance sur le cardinal de la collection.
- l'abstraction : l'enfant a compris qu'il peut compter des éléments différents (3 pommes et 4 bananes = 7 fruits).

Dyscalculie : trouble neurodéveloppemental qui affecte les compétences numériques et les habiletés mathématiques. Ce trouble engendre des difficultés dans la perception des nombres et le traitement du calcul.

Estimation : capacité à donner une quantité approximative des nombres (au-delà de quatre), par exemple être capable de donner approximativement le nombre de personnes dans une pièce, de feuilles sur un arbre... C'est aussi la capacité à comparer de manière approximative de grandes quantités.

Ligne numérique mentale : c'est une métaphore pour illustrer la représentation des quantités numériques. Les quantités seraient représentées mentalement sous la forme d'une ligne virtuelle, orientée de gauche à droite, avec les petits nombres à gauche et les grands nombres à droite.

Sens du nombre : c'est la capacité innée à percevoir des petites quantités.

Subitizing : identification exacte de petites quantités, jusqu'à 4, sans avoir besoin de les dénombrer.

Transcodage : c'est le passage d'un code à un autre, par exemple, lorsque nous lisons un chiffre écrit sous sa forme arabe, nous passons du code arabe au code verbal.

Triple code : modèle théorique qui représente le nombre sous la forme de trois codes (analogique, arabe et verbal). Ce modèle permet de mieux comprendre les difficultés que peuvent rencontrer les enfants : leurs difficultés seront différentes selon qu'un code est plus touché qu'un autre. C'est aussi l'accès au code qui peut poser un problème.

Troubles associés : d'autres troubles peuvent s'associer à la dyscalculie, comme le TDAH (Trouble déficitaire de l'Attention/Hyperactivité), une dyslexie, un retard de parole et de langage.

TDA/H (Trouble déficitaire de l'attention/hyperactivité) : l'enfant qui présente un TDA/H est caractérisé par un comportement d'impulsivité, d'inattention associé ou non à une hyperactivité. Le diagnostic doit être posé par une équipe médicale pluridisciplinaire. L'enfant a souvent des difficultés à se concentrer sur une tâche, à la terminer, à attendre la fin d'une question pour y répondre.

Trouble du raisonnement mathématique : difficultés dans le raisonnement mathématique, selon les acquisitions décrites par Piaget. Il peut être associé à la dyscalculie.

Trouble spécifique des apprentissages : ce sont des troubles neurodéveloppementaux (dyslexie, dysorthographe, dyspraxie, dyscalculie). Les critères permettant de les diagnostiquer sont :

- la persistance des difficultés pendant au moins 6 mois malgré des mesures mises en place
- le niveau de l'élève est inférieur à celui attendu pour son âge
- les difficultés de l'élève ne s'expliquent pas mieux par un handicap intellectuel, un trouble d'origine sensorielle, une adversité psychologique ou un enseignement inadéquat.

8. OUVRAGES, LIENS UTILES, BIBLIOGRAPHIE

Livres :

Dehaene, S. (2010). *La bosse des maths : Quinze ans après*. Paris :Odile Jacob.

Guedin, N. (2017). *Au regard des dernières données de la cognition numérique, quelles remédiations proposer pour des progrès sur les bancs de l'école ?*, Rééducation orthophonique, p.255-287.

Sites internet :

- Cerveau et apprentissage (rubrique : Les fondements des apprentissages numériques)

<https://www.fondation-lamap.org/fr/cognition>

- Guide de la Haute autorité de santé sur les troubles des apprentissages

https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-01/guide_tsla_vf.pdf

- Réseau canadien de recherche sur le langage et l'alphabétisation. (2010). *Les fondements de la numératie : une trousse de données probantes destinée aux intervenantes en apprentissages des jeunes enfants*. http://www.enseignerauxrefugies.ca/multisites/ER/fichiers/Documents/Eleve/EY_NumeracyKit09_FRE.pdf

Bibliographie

American Psychiatric Association. (2016). *Mini DSM-5®: Critères diagnostiques* (5e éd., p. 32-35). Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.

Barazer, L. (2018). *L'enfant de maternelle à risque de dyscalculie : Éléments d'un document de prévention permettant l'étayage de la pratique enseignante* (Mémoire d'orthophonie). Université de Nantes.

Barouillet, P. (2013). *L'acquisition du nombre et de l'arithmétique chez l'enfant tout-venant*. <https://www.unige.ch/fapse/logopedie/files/4514/1285/1089/barouillet.pdf>

Becker, E., Bru, O., Come, M. & Sablier, C. *La dyscalculie ou les troubles logico-mathématiques*. Repéré à <http://guidespratiquesavs.fr/images/public/guidedyscalculie.pdf>

Brissiaud, R. (2011). *Premiers pas vers les maths*, Les chemins de la réussite à l'école maternelle. Paris : RETZ.

Brissiaud, R. (2013). *Apprendre à calculer à l'école*. Paris : RETZ.

Butlen, D. (2015). Formation initiale et continue. Quels contenus, quelles stratégies pour les professeurs ? Nombres et opérations : Premiers apprentissages. Conférence de consensus, CNESCO.

Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie. (2014). *Troubles Dys : Guide d'appui pour l'élaboration de réponses aux besoins des personnes présentant des troubles spécifiques du langage, des praxies, de l'attention et des apprentissages*. Repéré à http://www.cnsa.fr/documentation/cnsa-dt-dys-web-corrige-mai_2015.pdf

Chazoule, G. 2014, *Représentation analogiques et représentations symboliques des quantités : leur relation entre quatre et six ans* (Thèse de doctorat). Université de Clermont-Ferrand.

Cnesco, conférence de consensus (2015). Nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire. Repéré à <http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2015/11/Recommandations-du-jury.pdf>

Crahay, M., Verschaffel, L., de Corte, E., Grégoire, J. (2008). *Enseignement et apprentissage des mathématiques*. Bruxelles : De Boeck.

Crunelle, D. (2008). Les dys...Dyslexies et autres troubles. *Recherches : Troubles du langage et apprentissages*, 49, 49-58.

Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology*, 20(3-6), 487-506.

Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., and Wilson, A. (2004). *Arithmetic and the brain*. Elsevier. Repéré à www.sciencedirect.com

Dehaene, S. (2010). *La bosse des maths : Quinze ans après*. Paris : Odile Jacob.

Dias, T., & Deruaz, M. (2013). Dyscalculie: et si les enseignants reprenaient la main ? *ANAE. Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, (120-121), 529-534.

Espe, Académie de Paris (2018). Documents relatifs à la formation du Master MEEF M1 Mention 1^{er} Degré. Repéré à : <http://www.espe-paris.fr/sites/www.espe-paris.fr/files/maquette2018.m1.pdf>

Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre: du comptage à la résolution de problèmes*. Paris: Delachaux et Niestlé.

Fayol, M. (2010). Les mathématiques : regards sur 50 ans de leur enseignement à l'école primaire. *Le nombre au cycle 2, mathématiques. Ressources pour faire la classe*. Sceren. Repéré à <https://www2.ac-lyon.fr/etab/divers/preste69/spip.php?article95&lang=fr>

Fayol, M. (2015). Nombres et opérations : premiers apprentissages à l'école primaire : état actuel des recherches. Communication présentée lors de la conférence de consensus, Cnesco, Lyon. Repéré à http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2015/12/DP_num_%C3%A9ration_site1.pdf et <http://www.cnesco.fr/fr/numeration/ressources-de-formation/>

Fayol, M. (2017). L'apport des recherches longitudinales à la cognition arithmétique. *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°269 p 13-38)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.

Fédération des Associations Pour Adultes et Jeunes Handicapés. (2016). *Les troubles dys, parents et professionnel : Guide pour connaître, comprendre, être accompagné et accompagner les DYS*. Repéré à

<http://apajh.org/index.php/actualite-apajh/1575-troubles-dys-lapajh-propose-des-cles-pour-un-meilleur-accompagnement>

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in cognitive sciences*, 8(7), 307-314. doi : 10.1016/j.tics.2004.05.002

Fuson, K. C., Richards, J., & Briars, D. J. (1982). The acquisition and elaboration of the number word sequence. *Children's logical and mathematical cognition*, 1, 33-43.

Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). Young children's understanding of numbers. *Cambridge, MA*.

Gimbert, F. et Participation à la rédaction d'une section à destination des enseignants pour le site «Cerveau et apprentissage» intitulée «Les fondements des apprentissages numériques». Repéré à <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/51368/les-fondements-des-apprentissages-numeriques>

Guedin, N. (2017). Au regard des dernières données de la cognition numérique, quelles remédiations proposer pour des progrès sur les bancs de l'école ? *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°270 p 255-292)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.

INSERM. (2007). *Expertise collective : Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie, bilan des données scientifiques*, 294-342. Éditions de l'INSERM, Paris.

Institut national de Prévention et d'Éducation pour la Santé. (2009). *Troubles « dys » de l'enfant : Guide ressources pour les parents*. Repéré à <http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1276.pdf>

Lafay, A., St-Pierre, M-C., & Macoir, J. (2016). Déficits cognitifs numériques impliqués dans la dyscalculie développementale. (Thèse de doctorat en médecine expérimentale, Université de Laval, Québec). Repéré à <http://www.theses.ulaval.ca/2016/32392/32392.pdf>

Mazeau, M. (2017). Du logico-mathématique aux dyscalculies : quelles implications pratiques ? *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°270 p 13-36)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.

Mazens, K. & Gimbert, F. (2016). Comment le nombre vient aux enfants ? *Médecine & Enfance*.

Ménissier, A. (2017). Le rôle des contenus et des connaissances familiales dans la compréhension des difficultés en cognition mathématique. *Rééducation orthophonique: la cognition mathématique (n°269 p 177-196)*. Paris : Fédération Nationale des Orthophonistes.

Ministère de l'Éducation nationale (2017 et 2018). *Eduscol : Évaluations diagnostiques en CP*. Repéré à <http://eduscol.education.fr/cid119562/evaluation-diagnostique-en-cp.html> et à [Math_debut_CP_2017_enseignant_01_09_2017_804571.pdf](http://www.eduscol.education.fr/math_debut_CP_2017_enseignant_01_09_2017_804571.pdf)

Ministère de l'Éducation nationale (2018). Les mathématiques au sein de l'Éducation nationale : stratégies mathématiques. Repéré à <http://eduscol.education.fr/math/sinformer/les-mathematiques-au-sein-de-leducation-nationale/strategie-mathematiques.html>

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2013). Certificat de capacité d'orthophoniste – Annexe 2 Référentiel de formation. *Bulletin officiel No.32*. Repéré à http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/32/38/9/referentiel-formation-orthophoniste_267389.pdf

Molko, N., Wilson, A., & Dehaene, S. (2005). La dyscalculie développementale, un trouble primaire de la perception des nombres, *Revue française de pédagogie*, 41-47. doi:10.3406/rfp.2005.3362

Réseau canadien de recherche sur le langage et l'alphabétisation. (2010). *Les fondements de la numératie : une trousse de données probantes destinée aux intervenantes en apprentissages des jeunes enfants*. Repéré à http://www.enseignerauxrefugies.ca/multisites/ER/fichiers/Documents/Eleve/EY_NumeracyKit09_FRE.pdf

Starkey, P., Spelke, E. S & Gelman, R. (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36 (2), 97/127. doi:10.1016/0010-0277(90)90001-z

Van Nieuwenhoven, C., & De Vriendt, S. (2010). L'enfant en difficulté d'apprentissage en mathématiques: Pistes de diagnostic et supports d'intervention. Marseille: Solal.

Wilson, A., & Dehaene, S. (2004). Logiciel : La Course aux Nombres. Repéré à <http://www.lacourseauxnombres.com/nr/home.php>

Wilson, A. (2005). *Guide des ressources sur la dyscalculie*. Cognitive Neuroimaging Laboratory, dirigé par Dehaene, S. Repéré à <http://www.unicog.org/docs/DyscalculieGuidedeRessources.pdf>

L'enfant de maternelle à risque de dyscalculie : élaboration d'un document de prévention à destination des enseignants

RESUME

La dyscalculie est un trouble neurodéveloppemental, se manifestant par des difficultés à maîtriser le sens du nombre, les données chiffrées ou le calcul. Or, les habiletés mathématiques de base de l'enfant se mettent en place très tôt. Certains signes peuvent alerter lorsque ces habiletés mathématiques ne sont pas présentes en classe de maternelle. Les enseignants sont confrontés à des enfants qui rencontrent des difficultés mathématiques, néanmoins, ils ne sont pas toujours bien informés sur la dyscalculie ni sur la possibilité précoce d'une prise en charge orthophonique. Un précédent mémoire (Barazer, 2018) a montré que les documents de prévention disponibles sont incomplets, obsolètes et souvent insatisfaisants pour des enseignants. Ces derniers sont pourtant demandeurs d'informations précises dans ce domaine. Face à ce constat, ce mémoire contribue à la prévention des enfants de maternelle à risque de dyscalculie. Nous avons construit un document d'information numérique, incluant une explication théorique sur le Triple code, des repères développementaux, des signes d'alerte, des propositions d'activité ainsi qu'un glossaire. L'élaboration de ce document permettrait donc d'aider les enseignants à repérer les enfants à risque de dyscalculie en maternelle. Il serait une base de discussion et d'échange entre le monde enseignant et celui de l'orthophonie, afin de favoriser le partenariat entre ces deux professions.

MOTS-CLES

dyscalculie - cognition mathématique - habiletés mathématiques de base – prévention - document d'information numérique

ABSTRACT

Dyscalculia is a neurodevelopmental disorder, manifested by difficulties in mastering the meaning of numbers, figures or calculations. However, the basic mathematical skills of the child are established very early. Some indications may alert when these mathematical skills are not present at the level of preschool and kindergarten. Teachers are confronted with children who encounter mathematical difficulties, however, they are not always well informed about dyscalculia or about the early possibility of a speech therapy management. A previous thesis (barazer, 2018) has shown that the available prevention documents are incomplete, outdated and often unsatisfactory for teachers. The latter are nevertheless seeking accurate information in this area. In response to this observation, this thesis aims to prevent dyscalculia in children at risk from preschool through kindergarten through the creation of a digital information document, including a theoretical explanation on the triple code, developmental benchmarks, warning signs, activity proposals and a glossary. The elaboration of this document would therefore help teachers to identify children at risk of dyscalculia in the early stages. It would be a basis for discussion and exchange with the teaching and speech-making world, in order to foster the partnership between these two professions.

KEY WORDS

Dyscalculia – numerical cognition –basic mathematics skills - prevention – digital information document